

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – *CAMPUS*
DE FRANCISCO BELTRÃO, CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE,
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE – NÍVEL MESTRADO

EDILAINÉ PERUSSO

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E COMPOSTOS BIOATIVOS DE
PÓLEN (SABURÁ) DE ABELHAS *SCAPTOTRIGONA* SPP.**

FRANCISCO BELTRÃO – PR
(MAIO/2022)

EDILAINE PERUSSO

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E COMPOSTOS BIOATIVOS DE PÓLEN
(SABURÁ) DE ABELHAS *SCAPTOTRIGONA* SPP.**

DISSERTAÇÃO apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ciências Aplicadas à Saúde, nível Mestrado, do Centro de Ciências da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Aplicadas à Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde.

Orientadora: Dra. Luciana Bill Mikito

Kottwitz

FRANCISCO BELTRÃO – PR
(MAIO/2022)

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Perusso, Edilaine
Características químicas e compostos bioativos de pólen (saborá) de abelhas *Scaptotrigona* spp. / Edilaine Perusso; orientadora Luciana Bill Mikito Kottwitz. -- Francisco Beltrão, 2022.
76 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Francisco Beltrão) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde, 2022.

1. Abelha nativa. 2. Compostos bioativos. 3. Saborá. I. Mikito Kottwitz, Luciana Bill, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

EDILAINÉ PERUSSO

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E COMPOSTOS BIOATIVOS DE PÓLEN
(SABURÁ) DE ABELHAS SCAPTOTRIGONA SPP.**

Essa dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Ciências Aplicadas à Saúde e aprovada em sua forma final pelo(a) Orientador(a) e pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Bill Mikito Kottwitz
UNIOESTE

Membro da banca: Profa. Dra. Dalila Moter Benvegnú
UNIOESTE

Membro da banca: Profa. Dra. Silvia Renata M. Coelho
UNIOESTE

FRANCISCO BELTRÃO, PR
Maio/2022

AGRADECIMENTOS

Chego ao fim de mais um ciclo e não poderia deixar de fazer alguns agradecimentos:

Agradeço primeiramente à Deus, por me permitir estar aqui;

Aos meus pais Pedro Oscar (in memória) e Libera, por me darem a vida e sempre me apoiarem nos estudos;

As minhas irmãs Adriana, Eliane e Fernanda, por todo o apoio e momentos de descontração;

Ao meu marido Gean, por todo o apoio, compreensão, carinho e ajuda, por todos os momentos de sorrisos em meio a situações delicadas;

A banca por todas as contribuições;

A minha querida e especial orientadora Profa. Dra. Luciana, por toda paciência, dedicação, conhecimento e compreensão nesses dois anos em que um pouco de tudo aconteceu;

A Profa. Dra. Gisele, pelo incentivo a entrar no Programa e auxílio nos estudos;

A professora Suzana, pelo espaço em sua pesquisa e todo o conhecimento;

Aos estudantes da iniciação científica em especial a Izadora, a Loana e o Rhamon pela ajuda nas análises;

Aos amigos e colegas do Programa de Pós Graduação de Ciências Aplicadas à Saúde, pelo convívio e amizade nos desafios das aulas online;

Aos técnicos da Fundetec por toda a ajuda e ensinamentos, em especial ao Leonaldo, por todo o acompanhamento;

Ao meliponicultor Fábio, pelas amostras do saburá e todo o conhecimento sobre as abelhas sem ferrão;

A Unioeste pelo espaço de aprendizado e conhecimento;

A Fundetec de Cascavel pelo espaço para a realização das análises.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os meliponicultores.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplos de abelhas do gênero <i>Scaptotrigona</i>	17
Figura 2 – Células de cria da espécie <i>Scaptotrigona</i> spp.	17
Figura 3 – Potes de mel (A) e potes pólen (B) da espécie <i>Scaptotrigona</i> spp.....	18
Figura 4 – Representação da estrutura química de carotenos (I) e xantofilas (II).	25
Figura 5 – Representação da estrutura básica de compostos fenolicos.....	26
Figura 6 – Estrutura química dos flavonoides.....	27
Figura 7 – Localização do meliponário (ponto vermelho).....	31
Figura 8 – Criação das abelhas sem ferrão em condomínios.....	32
Figura 9 – Caixas utilizadas nas análises, da esquerda para a direita (caixa 1, 2, 3 e 4).....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Preparo das soluções para curva-padrão	38
---	----

Características químicas e compostos bioativos de pólen (siburá) de abelhas *Scaptotrigona* spp.

Resumo

O pólen coletado pelas abelhas sem ferrão das plantas é depositado na colônia em potes exclusivos, o que torna fácil sua exploração. Nestes potes, ocorre a deposição de algumas enzimas que auxiliam a conservação natural do pólen. Por ser diferente do pólen das flores, o produto das abelhas nativas recebe nomes especiais: siburá ou siburá, dependendo da região. Uma vez que é um composto rico em proteínas, tem sido cada vez mais procurado no mercado de alimentos naturais. Sendo assim, é crescente a iniciativa dos meliponicultores em explorar o pólen além do mel dessas abelhas. O objetivo desta pesquisa foi caracterizar a composição química e compostos bioativos de amostras de siburá produzidos pelas abelhas nativas *Scaptotrigona* spp. As análises foram realizadas em março de 2021, com três repetições. Os resultados médios, das análises composicionais físico-químicas, obtidos para as amostras coletadas, indicaram percentuais médios de 22,56% para os teores de proteína, de 21,15% para lipídeos, de 13,68% de umidade e 2,41% de cinzas. Na avaliação dos compostos bioativos obteve-se para flavonoides totais (760 mg EQ/g), compostos fenólicos totais (1.840 mg EAG/g) e determinação do potencial antioxidante (2.139,66 TEAC μ M/g). As características químicas do siburá produzido pelas abelhas *Scaptotrigona* spp., observadas nesta pesquisa, indicam um produto com potencial nutricional e funcional que venha favorecer a saúde e bem-estar.

Palavras-chave: Abelha nativa, Compostos bioativos, Siburá.

Chemical characteristics and bioactive compounds of pollen (sabura) of bees *Scaptotrigona* spp.

Abstract

The pollen collected by the stingless bees from the plants is deposited in the colony in exclusive pots, which makes its exploration easy. In these pots, the deposition of some enzymes that help the natural conservation of pollen occurs. Because it is different from pollen in natura, the product of native bees receives special names: saburá or samburá, depending on the region. Since it is a protein-rich compound, it has been increasingly sought after in the natural food market. Therefore, the initiative of beekeepers to explore pollen beyond the honey of these bees is growing. The objective of this research was to characterize the physicochemical composition and bioactive compounds of saburá samples produced by native bees *Scaptotrigona* sp. The analyzes were carried out in March 2021, with three replications. The average results of the physicochemical compositional analyses, obtained for the collected samples, indicated average percentages of 22.56% for protein contents, 21.15% for lipids and 13.68% for moisture. In the evaluation of the bioactive compounds it was obtained for total flavonoids (760 mg EQ/g), total phenolic compounds (1,840 mg EAG/g) and determination of the antioxidant potential (2,139.66 TEAC μ M/g). Studies on this material are necessary to have a quality control, for a better standardization of the pollen of stingless bees for possible uses in the food and pharmaceutical industries, as well as the valorization of products of national origin. This is in view of the growing trade in the product.

keywords: Native bee, Bioactive compounds, Saburá.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	13
1.1 Meliponicultura	14
1.1.1 <i>Scaptotrigona</i> spp.	15
1.2 Produtos da Meliponicultura	18
1.3 Pólen/Saburá.....	19
1.4 Características composicionais	21
1.5 Caracterização físico-química do saburá	22
1.6 Compostos bioativos	24
1.6.1 Carotenoides	25
1.7 Compostos fenólicos totais	26
1.7.1 Flavonoides	27
1.8 Vitamina C	28
1.9 Potencial antioxidante	29
2. OBJETIVOS	31
2.1 Geral	31
2.2 Específicos	31
3. METODOLOGIA.....	32
3.1 Matéria-prima.....	32
3.2 Análises químicas	34
3.2.1 Umidade.....	34
3.2.2 Cinzas	34
3.2.3 Proteína total.....	35
3.2.4 Lipídeos.....	35
3.2.5 pH e Acidez livre	36
3.3 Extração e hidrólise do saburá.....	36
3.4 Determinação dos compostos bioativos	36
3.4.1 Determinação quantitativa dos compostos fenólicos por espectrofotometria na região ultravioleta	36
3.4.2 Determinação dos fenólicos totais	37
3.4.3 Concentração de flavonoides totais	37
3.5 Captura do radical ABTS●+	38
3.5.1 Curva padrão do Trolox	39
3.6 Pesquisa para a determinação da vitamina C	40

4. REFERÊNCIAS.....	41
5. ARTIGO CIENTÍFICO	52
ANEXOS.....	69

1. INTRODUÇÃO GERAL

As atividades de criação e manejo de abelhas sociais nativas (meliponíneos) para fins comercial, pesquisa científica, atividades de lazer, educação ambiental, consumo próprio ou familiar de mel e de outros produtos dessas abelhas, objetivando também a conservação das espécies e sua utilização na polinização de plantas, é chamada de meliponicultura (PARANÁ, 2017). As abelhas sem ferrão, ou meliponíneos, ocorrem em grande parte das regiões tropicais, ocupando praticamente toda a América Latina e África, além do sudeste asiático e norte da Austrália. Entretanto, é nas Américas que grande parte da diversidade de espécies ocorre, são aproximadamente 400 espécies descritas, conforme catalogação, e que a cultura de criação destes insetos se manifesta de forma mais intensa (VILLAS-BÔAS, 2012).

A fauna de abelhas sem ferrão conhecida no Brasil, inclui registros geográficos por estados brasileiros, tendo um total de 244 espécies válidas e cerca de 89 formas não descritas, distribuídas em 29 gêneros. Cerca de 87 espécies são endêmicas, correspondendo a 20% das espécies neotropicais (PEDRO, 2014). Mas ainda não é possível ter uma estimativa precisa sobre a criação e a movimentação econômica de abelhas sem ferrão, pois a maior parte dos meliponicultores não possuem registros e não emitem notas de compra e venda (KOSER; BARBIÉRI; FRANCOY, 2020).

Os gêneros encontrados no Brasil e o seu respectivo número de espécies, segundo Pedro (2014) são: *Aparatrigona* (1); *Camargoa* (3); *Celetrigona* (4); *Cefalotrigona* (2); *Dolichotrigona* (7); *Duckela* (2); *Friesella* (1); *Frieseomelitta* (13); *Geotrigona* (10); *Lestrimelitta* (14); *Leurotrigona* (3); *Melipona* (40) - *M. (Eomelipona)* (10); *M. (Melikerria)* (5); *M. (Melipona)* (5); *M. (Michmelia)* (20); *Mourella* (1); *Nannotrigona* (7); *Nogueirapis* (2); *Oxytrigona* (5); *Paratrigona* (16); *Partamona* (23); *Plebeia* (19); *Ptilotrigona* (2); *Scaptotrigona* (9); *Scaura* (4); *Schwarziana* (2); *Schwarzula* (2); *Tetragona* (10); *Tetragonisca* (3); *Trichotrigona* (1); *Trigona* (21) e *Trigonisca* (16). Dos gêneros encontrados no Brasil, no Estado Paraná estão presentes os seguintes: *Cefalotrigona*; *Friesella*; *Geotrigona*; *Lestrimelitta*; *Leurotrigona*; *M. (Eomelipona)*; *M. (Melikerria)*; *M. (Melipona)*; *M. (Michmelia)*; *Mourella*; *Nannotrigona*; *Oxytrigona*; *Paratrigona*; *Partamona*; *Plebeia*; *Scaptotrigona*; *Scaura*; *Schwarziana*; *Tetragonisca* e *Trigona* (PEDRO, 2014).

Os principais produtos das abelhas sem ferrão, são divididos em produtos diretos e produtos indiretos. Os diretos são o mel, as colônias, o pólen, o cerume e a própolis. Já os indiretos são a polinização, a educação e o entretenimento (VILLAS-BÔAS, 2018).

O pólen coletado pelas abelhas sem ferrão é depositado na colônia em potes exclusivos, o que torna fácil sua exploração. Nestes potes, ocorre a deposição de algumas enzimas que auxiliam a conservação natural do pólen. Por ser diferente do pólen *in natura*, o produto das abelhas nativas recebe nomes especiais: saburá ou samburá, dependendo da região do Brasil. Uma vez que é um composto rico em proteínas, tem sido cada vez mais procurado no mercado de alimentos naturais. Sendo assim, é crescente a iniciativa dos meliponicultores em explorar o pólen além do mel dessas abelhas (VILLAS-BÔAS, 2012).

O pólen, obtido pelas abelhas das flores de plantas herbáceas e árvores, constitui uma rica fonte de substâncias biologicamente ativas. Mais de 250 destas substâncias foram isoladas do pólen de abelha. As abelhas misturam o pólen com uma pequena quantidade de saliva ou néctar e, na forma de cargas de pólen, carregam-no para a colmeia. O saburá na forma de cargas de pólen é obtido por meio de armadilhas polínicas e, após a secagem, torna-se matéria-prima para uso farmacêutico, cosmético ou nutricional. O pólen de abelha é utilizado na produção de suplementos dietéticos na forma de comprimidos, cápsulas e granulados, sendo que álcool e extratos aquosos também são feitos a partir dele (RZEPECKA-STOJKO et al., 2015).

Considerando o crescente interesse pela comercialização do saburá, se fazem necessárias pesquisas sobre esse material para um melhor controle de qualidade, buscando-se assim, uma padronização do pólen das abelhas sem ferrão para possíveis utilizações nas indústrias alimentícias e farmacêuticas, como também a valorização de produtos de origem nacional.

1.1 Meliponicultura

As abelhas sem ferrão (*Apidae: Meliponini*) compreendem um diverso grupo de abelhas sociais, abundantemente encontradas em regiões tropicais e subtropicais. Apresentam grande relevância por atuarem como polinizadoras, permitindo a manutenção da biodiversidade de plantas nos ecossistemas naturais e

o aumento da produtividade de diversas culturas. Sua criação é denominada de meliponicultura (VIEIRA; PIOVESAN, 2020).

As abelhas sem ferrão, ou meliponíneos, estão distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais da Terra: com exceção do Chile, ocupam todos os países da América Latina; as florestas tropicais e savanas africanas; o extremo sul da Ásia, inclusive as ilhas do Pacífico; e norte da Oceania, incluindo o nordeste australiano. Entretanto, é nas Américas que grande parte da diversidade de espécies ocorre – são aproximadamente 350 tipos descritos, 250 só no Brasil – e que a cultura de criação destes insetos se manifesta de forma mais abrangente (VILLAS-BÔAS, 2018).

A criação de meliponíneos ou meliponicultura é uma prática bastante antiga. Existindo relatos dessa atividade no Egito Antigo (BALLIVIÁN, 2008). Inicialmente desenvolvida pelos índios, a meliponicultura brasileira, foi ao longo do tempo sendo praticada de forma tradicional por pequenos e médios produtores, principalmente por aqueles que usavam mão de obra familiar nas atividades agropecuárias, sendo considerada uma atividade econômica complementar (COLETTI-SILVA, 2005). Essa atividade, vem ganhando espaço em produções que vão além da criação por simples *hobby*, estando os meliponicultores em busca de tecnificação que elevam os meliponários a um nível profissional, classificando-os em preservacionistas, científicos ou comerciais (OSTROVSKI, 2019).

A atividade é exercida, principalmente para produção de mel, no entanto, outros produtos da colmeia de meliponíneos tem se destacado, como o pólen armazenado em potes na colmeia, sendo este produto conhecido popularmente como saburá (VIEIRA; PIOVESAN, 2020) como também o geoprópolis (mistura de própolis e barro) e a cera.

As abelhas nativas podem ser manejadas por meio de técnicas que respeitem as condições biológicas necessárias para o seu desenvolvimento e, ao mesmo tempo, permitem a colheita do excesso de produtos armazenados para fins de uso e comercialização. É importante saber que para iniciar a atividade de meliponicultura é necessário conhecer as exigências legais para criação de animais silvestres (CARVALHO-ZILSE et al, 2012).

1.1.1 Scaptotrigona spp.

As abelhas sem ferrão são artrópodes da ordem *Hymenoptera*, a qual abriga

as vespas, formigas e abelhas. As abelhas pertencem à família *Apidae*, que está dividida em quatro subfamílias: *Apinae*, *Meliponinae*, *Bombinae* e *Euglossinae*. Os meliponíneos estão divididos em duas tribos: *Meliponini*, formada apenas por espécies do gênero *Melipona*, e *Trigonini* que agrupa espécies de todos os outros gêneros sem ser *Melipona* (CELLA: AMANDIO: FAITA, 2017).

De modo geral, as abelhas da tribo *Meliponini*, são abelhas maiores, com aspecto robusto, de tamanho médio a grande (variando de 7 a 15 mm). São as uruçus, jandaíras, tiubas, mandaçaias e equivalentes. São encontrados exclusivamente nos Neotrópicos. Já as abelhas da tribo *Trigonini*, são encontradas nos trópicos. São abelhas menores, de aspecto mais esbelto, de tamanho pequeno a médio (variando de 2 a 11 mm). Como exemplo pode-se citar as jataís, irais, mirins, canudos e outras tantas. A principal diferença entre os dois grupos, está no processo de formação de rainhas (VILLAS-BÔAS, 2018).

Nas espécies *Meliponini* não há formação de células reais, todas são iguais. A determinação do número de rainhas que nasce, entre todos os ovos disponíveis, é definida por uma proporção genética. Já as abelhas *Trigonini* constroem células reais, que são maiores que as células comuns (VILLAS-BÔAS, 2018).

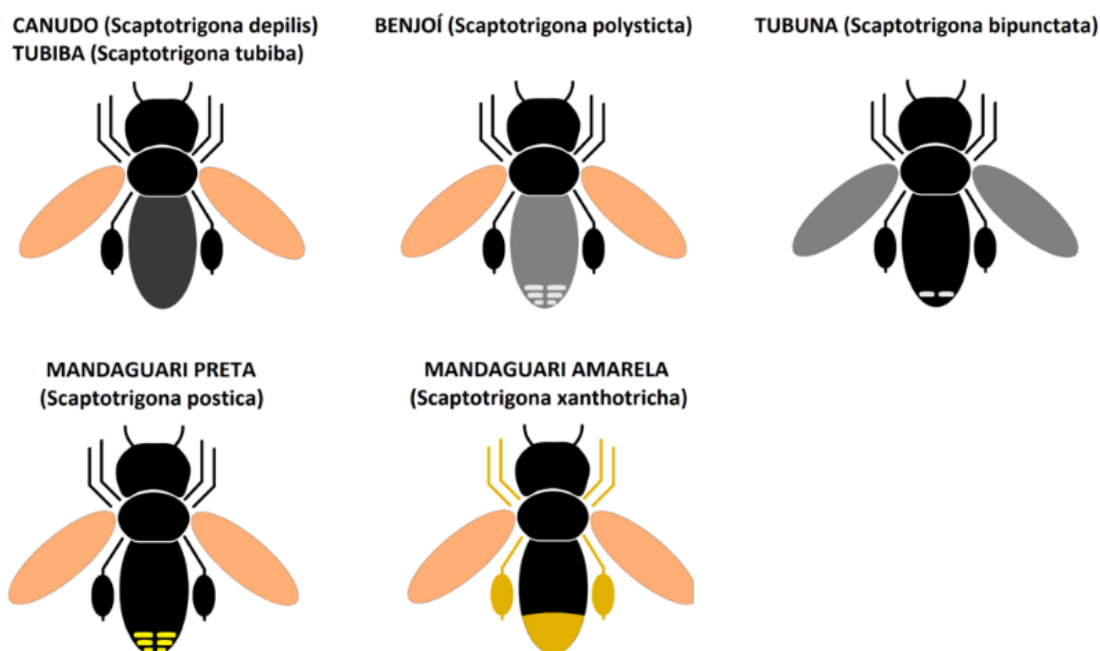
As principais espécies que se desenvolvem no Paraná são: *Scaptotrigona bipunctata* – canudo, tubuna; *Scaptotrigona depilis* - tombuna, mandaguay, canudo, mandaguari, tubiba; *Tetragonisca angustula* – jataí, abelhas-ouro, mariola, moça-branca, jaty, maria-seca, mosquito-amarelo; *Melipona quadrifasciata* – mandaçaiá; *Melipona bicolor* – guarupu, guaraipe e *Melipona mondury* – monduri (EMBRAPA, s.d.).

Dentro do diverso grupo das abelhas sem ferrão, destaca-se o gênero *Scaptotrigona* (Moure, 1942), (Figura 01) que compreende cerca de 22 espécies distribuídas pela região neotropical (MELO et al., 2011). São descritas nove espécies deste gênero no Brasil, e dentre elas três ocorrem no Estado do Paraná: *Scaptotrigona bipunctata* (Lepelletier, 1836); *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942) e *Scaptotrigona xanthotricha* (Moure, 1950) (MELO et al., 2011).

As abelhas desse gênero apresentam uma grande diversidade de formas, muitas delas constituindo complexos difíceis de separação (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002). Apresentam colônias populosas e defensivas, e boas produtoras tanto de mel quanto de pólen, com produção anual média de 3,5kg de mel e 100

gramas de pólen (CELLA; AMANDIO; FAITA, 2017; informação verbal).¹

Figura 01 – Exemplos de abelhas do gênero *Scaptotrigona*.



Fonte: Wikiwand, 2022.

Os ninhos das abelhas do gênero *Scaptotrigona* são geralmente encontrados em cavidades de troncos de árvores (LIMA; SILVESTRE; BALERTIERI, 2013; NOGUEIRA-NETO, 1997). A entrada dos ninhos é caracterizada por um tubo de cerume de comprimento variável dependendo da espécie (LIMA; SILVESTRE; BALERTIERI, 2013). Internamente, estão as células de cria (Figura 02) arranjadas em favos horizontais, formando discos que se sobrepõem (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Os alimentos, pólen e mel, são armazenados separadamente em potes ovalados (Figura 03), construídos com cerume e agrupados nas laterais do ninho (NOGUEIRA-NETO, 1997). Em geral, as colônias possuem apenas uma rainha fecundada, centenas a milhares de operárias, machos e rainhas virgens, com uma população variando de 100 a 100.000 abelhas dependendo a espécie (EMBRAPA, s.d.). A população de uma colônia da *Scaptotrigona* sp. varia de 2.000 a 5.000 indivíduos, podendo chegar até 8.000 indivíduos e possuem uma autonomia de voo variando entre 1.200 a 1.500 metros (informação verbal).¹

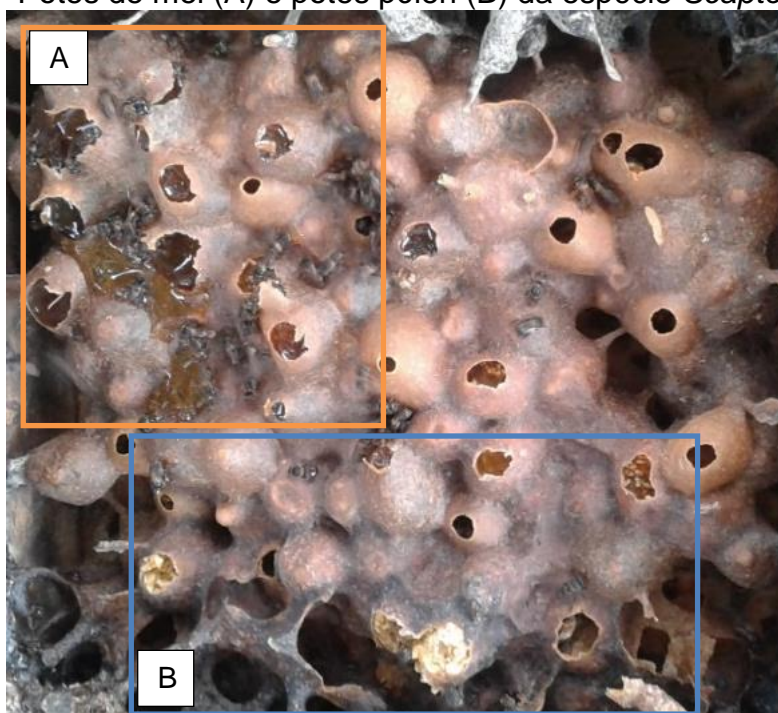
¹ Fala do meliponicultor Fabio Junior Calegari, em conversa em Verê, PR, em 28 de jan. de 2022.

Figura 02 – Células de cria da espécie *Scaptotrigona* spp.



Fonte: Autora, 2021.

Figura 03 – Potes de mel (A) e potses pólen (B) da espécie *Scaptotrigona* spp.



Fonte: Autora, 2021.

1.2 Produtos da Meliponicultura

Os produtos da meliponicultura podem prover de duas vias. Os produtos diretos (mel, colônias, pólen (saborá), cera, cerume, geoprópolis e própolis) e os produtos indiretos (polinização, educação, entretenimento) (VILLAS-BÔAS, 2018).

O mel é o produto mais conhecido, produzido pelas abelhas a partir do néctar que coletam das flores. O “saborá” é o pólen das flores que é coletado e armazenado na colmeia (SILVA et al., 2018). A cera é produzida na própria colônia, secretada por abelhas jovens através de glândulas existentes no abdome. A própolis, por sua vez, vem da natureza, e é constituída por resinas coletadas pelas abelhas nas plantas (VILLAS-BÔAS, 2012). O geoprópolis é um produto ainda pouco utilizado, é o resultado da junção da própolis e de barro formando uma espécie de "cimento", o qual as abelhas usam ao redor dos ninhos para protegê-los, principalmente, da entrada de inimigos (SILVA et al., 2018), usado também para a vedação de frestas e construção de batumes (VILLAS-BÔAS, 2018).

Os batumes são estruturas que delimitam o espaço da colônia em uma cavidade. O batume dos *Trigonini* costuma ser de cerume, geralmente constituído com uma grande quantidade de própolis. Já dos Meliponini é construído com geoprópolis. Nos dois casos, o batume superior costuma ser muito compacto para evitar a infiltração de água, enquanto o inferior possui inúmeros orifícios que permitem o escoamento da água em caso de infiltração e também auxiliam na ventilação da colônia (VILLAS-BÔAS, 2012).

1.3 Pólen/Saborá

Os grãos de pólen são estruturas microscópicas localizadas nos estames das anteras nas angiospermas (ARRUDA et al., 2013), constituindo as células reprodutivas masculinas das plantas (BASIM et al., 2006) e sua finalidade é transmitir seus gametas para o órgão sexual feminino da flor (ARRUDA et al., 2013), possui diâmetro variável entre 6 a 200 μm , formas e cores entre o branco, amarelo, laranja, vermelho e tons mais escuros. Dependendo da origem botânica e da composição química existente, contém compostos hidrossolúveis, representados pelos flavonoides e compostos lipossolúveis como lipídios, carotenoides e xantofilas, além de lipídeos, proteínas, carboidratos e água (SCHMIDT; BUCHMANN, 1992; NOGUEIRA-NETO, 1997; MURADIAN et al., 2005).

As plantas são fontes de recurso trófico para as abelhas, que podem ser nectaríferas, poliníferas e aquelas que apresentam ambos os recursos, ou seja, plantas poliníferas-nectaríferas (VILLANUEVA, 2002; BARTH, 2004). As plantas poliníferas são consideradas como aquelas fornecedoras quase exclusivamente de

pólen para as abelhas (BARTH, 2004). O pólen constitui o principal alimento proteico para as abelhas adultas e suas larvas (SILVA; PAZ, 2012).

Segundo Nogueira-Neto (1997) ao coletar o pólen de várias flores, as abelhas transportam-no e transferem-no de uma flor para outra, realizando assim a polinização entomófila. Ainda, sugando o néctar das flores, as abelhas carregam o pólen. O pólen armazenado pelas abelhas compreende uma coleção de grãos de pólen coletados de diversas fontes botânicas, que se misturam ao néctar e também às secreções das glândulas hipofaríngeas, que contêm enzimas β -glicosidases (CARPES et al., 2008).

As abelhas sociais sem ferrão dependem nutricionalmente das plantas nativas, uma vez que coletam pólen e néctar, como fonte de proteínas, sais minerais, vitaminas e açúcares, importante para o desenvolvimento completo das larvas, abelhas recém-nascidas e da rainha (AIDAR, 2010; OLIVEIRA et al., 2013). O alto teor de proteínas, açúcares redutores, vitaminas, sais minerais e o baixo teor de lipídeos encontrados, fazem do pólen um excelente complemento alimentar para os adeptos de uma alimentação natural (CORONEL et al., 2004; PINHEIRO, 2007; OLIVEIRA et al., 2013).

O pólen das abelhas sem ferrão, por ser diferente do pólen *in natura*, recebe nomes especiais: saburá ou samburá, dependendo da região do Brasil. Uma vez que é um composto rico em proteínas, tem sido cada vez mais procurado pelo mercado de alimentos naturais (VILLAS-BÔAS, 2018). Na colônia, o pólen natural coletado nas flores pelas abelhas nativas é depositado em potes exclusivos, e processado pelas abelhas, que depositam nele algumas enzimas e microrganismos. Posteriormente, os potes são fechados para que ocorra a fermentação, durante a qual ocorre a sucessão de tipos microbianos, diminuição do pH e da tensão de oxigênio. O produto resultante é uma massa fermentada que apresenta cor marrom levemente amarelado, odor característico, pH em torno de 2,6, com baixo número de microrganismos (alguns anaeróbios) e está pronto para ser consumido pelas abelhas (FERREIRA, 2012).

Diversos fatores podem influenciar a produção de pólen, tais como a qualidade e as condições da rainha (idade, saúde e postura) e o estado sanitário e nutricional da colônia (SOUZA, 2007). Ainda, são fatores importantes que podem exercer influência na produção do pólen: as características extrínsecas à colônia como o conhecimento técnico por parte do produtor, a flora, o calendário apícola

regional e as condições climáticas favoráveis as práticas apícolas (FERREIRA, 2012).

O interesse no processamento de pólen apícola iniciou-se no Brasil no final da década de 80 e, juntamente com a Espanha o país é considerado um importante produtor de pólen apícola (MARTINS, 2010). Entretanto, a comercialização de saburá ainda não é uma realidade (FERREIRA, 2012). A escassez de estudos que endossem seus potenciais efeitos benéficos à saúde, além de representar um alimento natural com riqueza nutricional, pode ser um dos motivos que retardam a perspectiva de ampliar mercados para sua comercialização.

1.4 Características composicionais

O saburá, produto elaborado pelas abelhas sem ferrão a partir do pólen das flores coletados de diversas fontes botânicas, contém compostos bioativos, minerais, ácidos graxos, proteínas, aminoácidos essenciais e fibras (NOGUEIRA et al., 2012). Sua qualidade está diretamente relacionada às suas características microbiológicas, físico-químicas e biológicas que, por sua vez, variam de acordo com as condições climáticas, solo da região onde é produzida, origem botânica, beneficiamento do produto e das práticas empregadas durante a coleta (CAMPOS et al., 2008).

O saburá tem sido utilizado há muito tempo, principalmente entre adeptos da alimentação natural, como um suplemento da dieta humana, provavelmente pela riqueza em relação a proteínas, lipídios, vitaminas e sais minerais. Possui em sua composição β -caroteno como provitamina A, vitaminas C, E, D e do complexo B, além de ser fonte de carboidratos e possuir todos os aminoácidos essenciais (ESTEVINHO et al., 2012). Há comprovação de que o pólen recolhido pelas abelhas tem melhor composição nutricional e maior atividade biológica, quando comparado ao mesmo pólen recolhido diretamente da planta (CHANTARUDEE et al., 2012). Com base nessas características, o pólen pode ser considerado um suplemento terapêutico, nutricional e promissor alimento natural; inclusive, suas propriedades biológicas funcionais são conferidas pelo alto teor de flavonoides e polifenóis e possuem a capacidade de eliminar radicais livres (DENISOW; DENISOW-PIETRZYK, 2016).

É de grande relevância a caracterização físico-química e biológica do

saburá, visando seu controle de qualidade e ainda, a padronização do pólen brasileiro para possíveis utilizações nas indústrias alimentícias e farmacêuticas (FERREIRA, 2012).

1.5 Caracterização físico-química do saburá

Os minerais são elementos inorgânicos amplamente distribuídos na natureza e que, no organismo, desempenham uma variedade expressiva de funções metabólicas que incluem ativação, regulação e transmissão (LOBO; TRAMONTE, 2004). Os alimentos naturais são as principais fontes de minerais para o organismo, tanto os de origem vegetal como animal. Nestes alimentos, o mineral se apresenta na forma de um complexo orgânico natural que já pode ser utilizado pelo organismo (FIORINI; LOHMANN, 2008).

O saburá é rico em sais minerais (cálcio, cloro, cobre, ferro, magnésio, iodo, molibdênio, selênio, estrôncio, estanho, boro, flúor, vanádio, cromo, fósforo, potássio, enxofre, alumínio, ferro, manganês e zinco), aminoácidos e vitaminas (A, B, C, D, E), uma fonte preciosa de oligo-minerais (cobalto, níquel, silício, titânio, dentre outros) com mais de vinte e dois elementos (RIBEIRO; SILVA, 2007).

O pólen é um produto natural que apresenta uma composição nutricional rica, em minerais e oligoelementos contribuindo para o funcionamento do organismo, quando ingerido diariamente. A concentração para a maioria dos minerais no saburá varia de acordo com a origem botânica (STANCIU et al., 2011).

Alves et al. (2011) concentraram-se nas análises de minerais e metais através de métodos de espectrometria atômica para caracterizarem o perfil físico-químico do pólen apícola brasileiro, com pólenes do Ceará e do Rio Grande do Sul, obtidos através de apicultores em cada região de coleta. Foram analisados, em ambas as amostras, os teores de Na, K, Fe, Ca, Mg, Zn, Cu, Se, As, Cd e Pb. Nas amostras analisadas nesse estudo, o teor de magnésio foi superior aos demais minerais, seguido do cálcio e do potássio.

Ferreira (2012) verificou a presença de minerais no pólen coletado da espécie *Melipona scutellaris* L. em Cazajeiras de Abrantes, Camaçari, Bahia, apresentando os seguintes resultados: Mn $45,3 \pm 1,52$ mg/Kg; Zn $53,7 \pm 6,98$ mg/Kg; Cu $23,4 \pm 1,44$ mg/Kg; Mg $2499,8 \pm 74,60$ mg/Kg; Ca $1800,0 \pm 0,10$ mg/Kg e Fe $108,1 \pm 16,44$ mg/Kg. No caso deste estudo, também prevaleceram os minerais

magnésio, seguido de cálcio porém em terceiro lugar ficou o ferro.

As proteínas são componentes essenciais a todas as células vivas e estão envolvidas em praticamente todas as funções fisiológicas. São utilizadas na regeneração de tecidos; funcionam como catalisadores nas reações químicas que se dão nos organismos vivos e que envolvem enzimas ou hormônios; são necessárias nas reações imunológicas e, juntamente com os ácidos nucleicos, são indispensáveis nos fenômenos de crescimento e reprodução. Quimicamente, as proteínas são polímeros de alto peso molecular (acima de 10.000), cujas unidades básicas são os aminoácidos, ligados entre si por ligações peptídicas. As propriedades de uma proteína são determinadas pelo número e espécie dos resíduos de aminoácidos, bem como pela sequência desses compostos na molécula (QUIROGA, 2014).

O teor de proteínas do pólen corresponde a 15 a 30%, sendo que uma parte considerável da sua composição proteica, isto é, 10 a 13% encontra-se sob a forma de aminoácidos livres (CARPES, 2008). Em estudo Souza et al. (2004) encontraram em amostras de pólen de abelhas sem ferrão uma concentração média substancial de proteína de $19,5 \pm 3,3$ %. Pinheiro et al. (2007) verificaram também em pólen de abelhas sem ferrão uma média de 20,6% de proteínas.

Villareal (2009) verificou a composição química e atividade antioxidante do pólen coletado pela abelha sem ferrão: *Melipona seminigra* Cockerell, 1919, encontrando uma porcentagem de $19,61 \pm 0,30$ % de proteínas.

Rebelo (2011) avaliou a composição química de pólen das espécies *Melipona seminigra* e *Melipona interrupta* e constatou uma porcentagem média de proteínas de $11,34\% \pm 0,56$ e $6,86\%$ respectivamente para cada espécie.

Ferreira (2012) fez análises físico-químicas do pólen da *Melipona scutellaris* L. desidratado por diferentes técnicas e encontrou teores de proteína de 19,67% para o pólen *in natura*. Após o processo de secagem do pólen, 34,32% para o pólen liofilizado, 32,89% para o pólen desidratado via corrente de ar frio e 33,47% para o pólen desidratado via refrigerador frost-free.

Pinheiro et al. (2007) verificaram em pólen de abelhas sem ferrão uma média de 2,9% de lipídeos. Villareal (2009) verificou a composição química e atividade antioxidante do pólen coletado pela abelha sem ferrão: *Melipona seminigra* Cockerell, 1919, encontrando uma porcentagem de $8,97\% \pm 2,0$ de lipídeos.

Rebelo (2011) avaliou a composição química de pólen das espécies *Melipona*

seminigra e *Melipona interrupta* e constatou uma porcentagem média de lipídeos de 10,80% \pm 0,92 e 6,47% \pm 0,15 respectivamente para cada espécie.

Ferreira (2012) fez análises físico-químicas do pólen da *Melipona scutellaris* L. desidratado por diferentes técnicas e encontrou um percentual de lipídios *in natura* de (2,5%) e para as amostras liofilizada (5,9%), desidratada por corrente de ar frio (4,5%) e refrigerador frost-free (4,0%).

1.6 Compostos bioativos

Como mecanismo de defesa contra herbívoros, microrganismos e plantas competidoras, como artefato de atração para agentes polinizadores e animais disseminadores de sementes ou sistemas de proteção contra radiações danosas como a radiação ultravioleta (UV) as plantas produzem metabólitos secundários (MS). Estes, são produzidos durante a fotossíntese e ainda que não participem de modo direto nos processos de crescimento, desenvolvimento e reprodução como os metabólitos primários, são essenciais para a sobrevivência da planta e perpetuação da espécie. São elementos biologicamente ativos com habilidades de interferir em nível molecular no organismo. Assim, a ação desses compostos presentes em alimentos vegetais na conservação da saúde humana tem sido alvo de diversos estudos nos últimos anos (MARTINS; PETROPOULOS; FERREIRA, 2016; SILVA et al., 2010).

O conhecimento sobre os compostos bioativos influenciou o conceito de alimentos funcionais. Segundo a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) compostos bioativos são os nutrientes e não nutrientes que possuem ação no metabolismo específico. Neste cenário a palavra saúde ganha um novo sentido no conhecimento dos alimentos, de modo que a alimentação apropriada não somente preocupa-se em fornecer energia e nutrientes essenciais, como ressalta a importância dos compostos bioativos, uma vez que são capazes, na maioria das vezes devido sua atividade antioxidante, de exercer efeitos fisiológicos benéficos, podendo prevenir ou reduzir o risco do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, câncer, infecções intestinais, hipertensão, osteoporose, doenças neurodegenerativas e enfermidades inflamatórias (CARRATU; SANZINI, 2005; COSTA; JORGE, 2011).

Entre os compostos bioativos que apresentam atividade antioxidante incluem-

se os carotenoides, tocoferóis, compostos fenólicos e alguns aminoácidos.

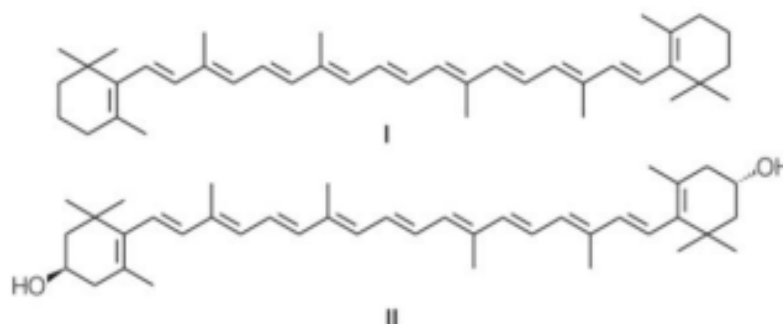
1.6.1 Carotenoides

Os carotenoides compõem um dos mais importantes grupos de pigmentos naturais devido à larga distribuição, diversidade estrutural e inúmeras funções. São responsáveis pela cor laranja, amarela e vermelha das frutas, hortaliças, flores, algas, bactérias, fungos, leveduras e animais, que podem obter essas moléculas a partir do consumo de alimentos de origem animal (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Os carotenoides são tetraterpenos (C₄₀), formados a partir de unidades de isopreno, o isopentenil pirofosfato (IPP) e seu isômero dimetilalil difosfato (DMAPP), cada um contendo cinco átomos de carbono (C₅) (GHARIBZAHEDI; RAZAVI; MOUSAVI, 2012; RODRIGUEZ-CONCEPCIÓN; BORONAT, 2002). Essas moléculas podem ser obtidas pela via do ácido mevalônico (MVA) ou do metileritritol fosfato (MEP), variando de acordo com o organismo produtor (GHARIBZAHEDI; RAZAVI; MOUSAVI, 2012; NISAR et al., 2015).

Existem, basicamente, duas classes de carotenoides: carotenos e xantofilas (Figura 04). A primeira classe caracteriza-se pela presença de uma cadeia hidrocarbônica linear ou ciclizada em um ou nos dois terminais da molécula. Já as xantofilas compreendem os derivados oxigenados dos carotenos, (JIN et al., 2003) cujos grupos são: hidroxila (β -criptoxantina), ceto (cantaxantina), epóxido (violaxantina) e aldeído (β -citraurina) (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

Figura 04: Representação da estrutura química de carotenos (I) e xantofilas (II).



Fonte: FONSECA et al., 2016.

Muradian et al. (2005), em dez amostras de pólen fresco coletado por *Apis mellifera* verificaram que a média de carotenoides obtida foi de 76,33 µg/g de pólen.

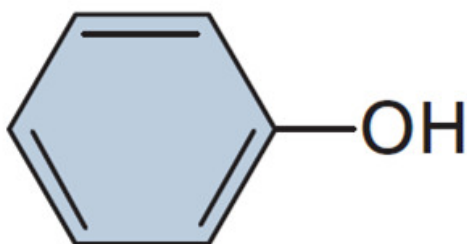
Menezes (2009) em estudo de compostos bioativos de pólen apícola obteve um teor de carotenoides totais variando de 3,02 µg/g a 764,37 µg/g, com uma média de 123,83µg/g.

1.7 Compostos fenólicos totais

O metabolismo primário das plantas tem como função a produção de seus componentes essenciais para o funcionamento e sobrevivência do organismo (WINK, 2015). Enquanto isso, o metabolismo secundário é responsável pela produção de compostos responsáveis pela defesa das plantas contra agressões do meio ambiente, infecções de patógenos, defesa contra herbívoros, atrativos para polinizadores, agentes de competição entre plantas e de simbiose entre plantas e microrganismos (VIZZOTTO, 2010). Os metabólitos secundários das plantas são amplamente utilizados pelo homem como aditivos alimentares, aromatizantes, compostos bioquímicos de importância industrial, ou até mesmo fármacos. Muitos destes, são utilizados na defesa contra patógenos e são potenciais antimicrobianos, podendo ser utilizado em diversas áreas da sociedade e gerar um impacto econômico significativo (SILVA, 2013).

Os compostos fenólicos (Figura 05) estão entre os mais numerosos e importantes grupos de metabólitos secundários de plantas, com finalidade associada à inibição ou ativação de uma variedade de sistemas enzimáticos, como quelantes de metais ou sequestro de radicais livres (SCHAFRANSKI, 2019). Os compostos fenólicos podem ser definidos como substâncias de anéis aromáticos com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. Possuem estrutura variável, sendo, portanto, multifuncionais. Já foram identificados milhares de compostos fenólicos, destacando-se os flavonoides, os ácidos fenólicos, as cumarinas, os taninos, as ligninas e os tocoferóis (LEE et al., 2005).

Figura 05: Representação da estrutura básica de compostos fenólicos.



Fonte: Taiz et al, 2017.

1.7.1 Flavonoides

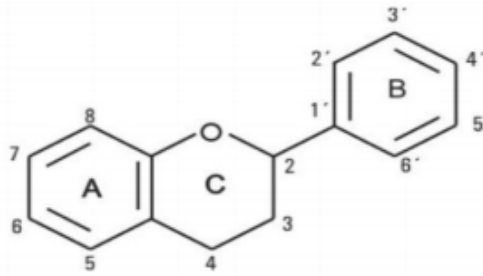
Os flavonoides são pigmentos naturais presentes na maior parte das plantas, sua síntese não ocorre na espécie humana. Desenvolvem um papel fundamental na proteção contra agentes oxidantes e participam de importantes funções de crescimento, no desenvolvimento e na defesa dos vegetais contra patógenos (FONSECA et al., 2016). Os flavonoides são compostos bioativos presentes em alimentos de origem vegetal. Em função de suas propriedades antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana podem estar associados com efeitos cardioprotetores e anticarcinogênicos (LAJOLO et al., 2019).

Os compostos mais abundantes dentro das subclasses dos flavonoides são (flavonóis, flavonas, isoflavonas, flavanonas, flavanóis e antocianidinas) (LAJOLO et al., 2019). Possuem uma estrutura química composta por 15 carbonos dispostos em dois anéis aromáticos (A e B) interligados via carbono heterocíclico do pirano, que pode conter um grupo carbonila, denominado anel C, na (Figura 06) está sendo representado a estrutura dos flavonoides (FONSECA et al., 2016).

Lins et al. (2003) em estudo sobre flavonoides isolados do pólen coletado pela abelha *Scaptotrigona bipunctata* (canudo) encontraram os flavonoides (miricetina, diidromiricetina, quercetina e isorhamenetina).

Silva et al. (2009) demonstraram que o pólen acumulado por *Melipona rufiventris* é composto pelos metabólitos secundários: p-hidroxicinâmico e os flavonoides (dihidroquercetina, isorhamenetina, isorhamenetina-3-O-6"-O-E-p-coumaryl, D-glucopiranosídeo, luteolina e quercetina).

Figura 06 – Estrutura química dos flavonoides.



Fonte: FONSECA et al., 2016.

Lopes et al. (2020) verificaram a atividade anti-inflamatória e antioxidante do extrato etanólico de pólen coletado por *Scaptotrigona affinis postica* em estudos *in silico*, *in vitro* e *in vivo*, e tiveram como resultado um conteúdo fenólico total de 9,3% e de flavonoides totais de 0,4%, sendo reconhecidas 10 moléculas pertencentes às classes de polifenóis e flavonoides.

Félix (2010) encontrou um teor de compostos fenólicos das frações de pólen de *Melipona flavolineata* variando de 30 – 291,7 mg GAE/g.

Menezes (2009) em estudo de compostos bioativos de pólen apícola observou um teor dos compostos fenólicos das amostras de pólen variando de 14,31 mg a 132,39 mg em GAE/g de pólen, com um teor médio de 44,28 mg \pm 0,64 mg GAE/g de pólen). E teores de flavonóides totais expressos em mg epicatequina/g de pólen apícola variando de 0,62 mg a 2,51 mg, com média de 1,40 em mg/g de pólen.

1.8 Vitamina C

Vitamina é toda substância que desempenha importante papel na manutenção da saúde, no crescimento, na defesa e na nutrição. Podem ser classificadas em: hidrossolúveis (solúveis em água e absorvidas pelo intestino) como a Vitamina C e as do complexo B; e lipossolúveis (solúveis em gordura) como as vitaminas A, D, E e K. As vitaminas A (retinol), C (ácido ascórbico) e D (colecalciferol) desempenham várias funções no organismo, entre as quais estão manter as células saudáveis, proteger a visão, sintetizar colágeno e contribuir para formação de ossos e dentes (PESSOA, 2014).

A vitamina C ou ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel que tem sua importância por desempenhar ação antioxidante, atuando ainda na formação do colágeno e de neurotransmissores. Além disso, ela é capaz de aumentar a absorção do ferro, podendo, conseqüentemente, afetar a função do sistema hematopoiético. Diversos são os alimentos fontes de vitamina C, entre os quais estão: acerola, caju, laranja, goiaba, mamão, morango, tomate (PESSOA, 2014) e o saburá das abelhas sem ferrão.

1.9 Potencial antioxidante

Espécies Reativas de Oxigênio (EROs) são moléculas altamente reativas devido a elétrons desemparelhados em sua estrutura e que reagem com várias macromoléculas nas células (BIRBEN et al., 2012).

Antioxidantes são compostos capazes de adiar a velocidade da oxidação através de um ou mais mecanismos impedindo a formação de radicais livres e complexação de metais. A atividade antioxidante de compostos fenólicos deve-se principalmente às suas propriedades de oxido-redução desempenhando um papel significativo na absorção e neutralização de radicais livres, atuando como quelante de oxigênio triplete e singlete ou ainda na decomposição de peróxidos (BRENNAN; PAGLIARINI, 2001; ZHENG; WANG, 2001).

Existem duas classes de antioxidantes: os que possuem atividade enzimática e os que não a possuem. Na primeira classe, estão as substâncias que possuem capacidade de impedir o início da oxidação capturando moléculas instáveis. Entre os antioxidantes que não detêm atividade enzimática, encontram-se moléculas que possuem afinidade com espécies radiculares, portanto são consumidas ao longo da reação. Esta divisão engloba os antioxidantes naturais e os sintéticos (MOREIRA; MANCINI-FILHO, 2004).

Ainda que o organismo possua defesas antioxidantes endógenas reais no combate ao excesso de radicais livres, pressupõe-se que possam existir falhas e conseqüentemente a formação constante de radicais livres. Portanto, o consumo de antioxidantes através da dieta é fundamental na manutenção da saúde. Muitas doenças como o câncer, diabetes, artrite, doenças do coração, podem estar diretamente ligadas aos danos promovidos por formas reativas de oxigênio. Os radicais livres também estão intimamente ligados aos processos de envelhecimento

do corpo (BRENNAN; PAGLIARINI, 2001). Um maior consumo de alimentos ricos em compostos fenólicos possui forte relação entre a baixa incidência de doenças crônicas (HERTOG et al., 1993).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) relaciona que doenças pertinentes a idade, tais como diabetes, câncer, distúrbios cardiovasculares e neurodegenerativas são as principais causas de mortalidade e morbidade. De acordo com Herrero et al. (2008), o estresse oxidativo é visto como um evento patológico, onde as células não são capazes de neutralizar os efeitos prejudiciais das espécies reativas de oxigênio.

Os compostos bioativos de natureza fenólica têm sido o ponto central de pesquisas acerca de novos compostos e bioprodutos para retardar ou impedir a oxidação de substratos intracelulares (ESCOTÉ et al., 2012; LEÓN-GONZÁLEZ et al., 2014).

Silva et al. (2009) demonstraram que o pólen acumulado por *Melipona rufiventris* possui ação antioxidante e é composto pelos metabólitos secundários: p-hidroxicinâmico e flavonoides.

Em estudo sobre a atividade anti-inflamatória e antinociceptiva do extrato etanólico de pólen coletado por *Melipona fasciculata*, Lopes et al. (2019) verificaram a atividade antioxidante do extrato de pólen.

Lopes et al. (2020) verificaram a atividade anti-inflamatória e antioxidante do extrato etanólico de pólen coletado por *Scaptotrigona affinis postica* em estudos in silico, *in vitro* e *in vivo*, e tiveram como resultado a ação antioxidante do extrato de pólen.

Félix (2010) a partir de extratos etanólicos de amostras de pólen da abelha indígena sem ferrão *Melipona subnitida* Ducke obteve resultados que indicam uma capacidade antioxidante destes extratos frente o sequestro do radical DPPH.

Rebelo (2011) avaliou capacidade antioxidante do pólen das espécies *Melipona seminigra* e *Melipona interrupta* e constatou que para a primeira espécie houve potencial antioxidante enquanto para a segunda espécie não foi observado esse potencial.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Caracterizar a composição química e compostos bioativos das amostras de saburá produzidos pelas abelhas nativas *Scaptotrigona* spp.

2.2 Específicos

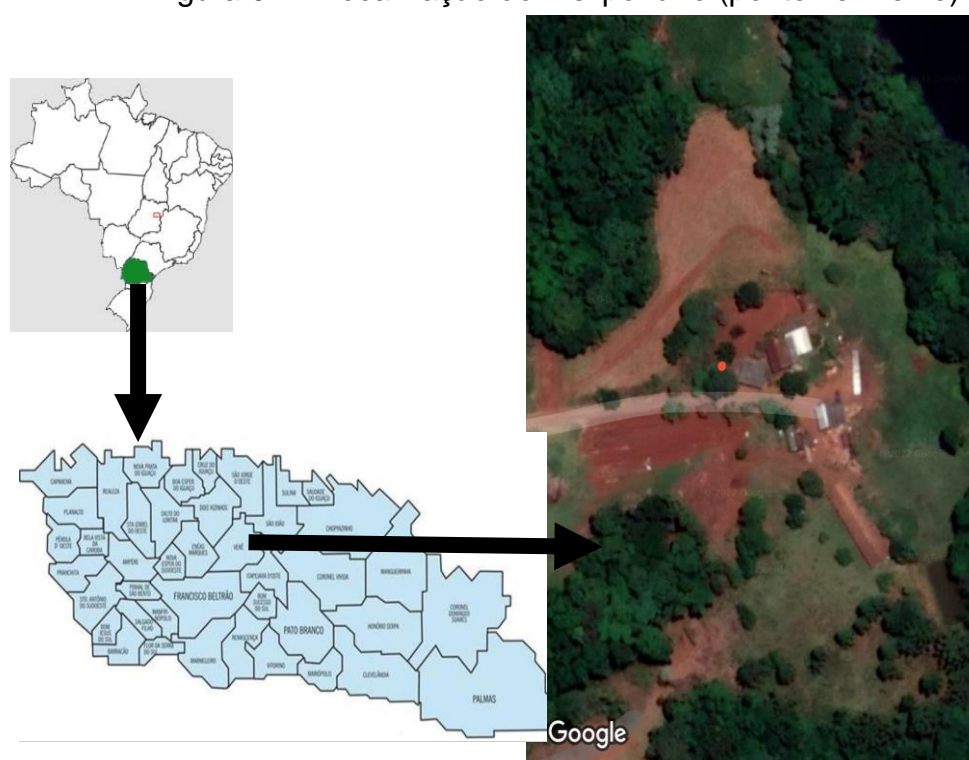
- Caracterizar a composição centesimal de parâmetros químicos do pólen/saburá produzido pelas abelhas *Scaptotrigona* spp.;
- Determinar a quantidade de compostos fenólicos e flavonoides;
- Avaliar o potencial antioxidante do saburá.

3. METODOLOGIA

3.1 Matéria-prima

O pólen/saburá utilizado nesta pesquisa foi obtido da produção da espécie da abelha *Scaptotrigona* sp. de um meliponário situado no município de Verê (25°55'03.7"S 52°51'23.7"W), no Sudoeste do Paraná (Figura 07), coletados em colônias de *Scaptotrigona* spp., popularmente conhecida por “Abelha Canudo”.

Figura 07 – Localização do meliponário (ponto vermelho).



Fonte: Google maps, 2021.

A criação das abelhas é feita em condomínios, ou seja, as caixas ficam próximas umas das outras (Figura 08). As caixas são feitas em madeira variando de 5 a 10 litros dependendo do tamanho do enxame tanto para a produção de mel quanto para a produção de pólen (informação verbal)¹.

A vegetação predominante ao redor do meliponário é mata nativa, tendo áreas de lavoura. A frequência de coletas depende das condições climáticas, em períodos tanto de estiagem quanto de chuva ou frio deve-se ter cautela para mexer nas colônias, pois nesses períodos a disposição de flores e reservas de pólen é

menor (informação verbal)¹.

Figura 08 – Criação das abelhas sem ferrão em condomínios.



Fonte: Autora, 2021.

O saburá foi coletado para a realização das análises, em março de 2021 em uma amostra composta de quatro diferentes caixas do mesmo meliponário (Figura 09).

Figura 09 – Caixas utilizadas nas análises, da esquerda para a direita (caixa 1, 2, 3 e 4).



Fonte: Autora, 2021.

A coleta e armazenamento foi realizada conforme Ferreira, (2012) com algumas modificações. Foi coletada uma amostra composta de saburá de, aproximadamente 100g e armazenadas em potes de plástico fechados, posteriormente acondicionados em caixa de isopor, com material congelante reutilizável para conservação até o laboratório. O material coletado foi

homogeneizado e congelado em congelador a aproximadamente -24°C para eliminação de ácaros. Em seguida, foi descongelado lentamente e armazenado em refrigerador a 4°C até o momento da desidratação. Do total de amostras foram retiradas alíquotas para realização das análises físico-químicas do produto *in natura* e submetidos às técnicas de liofilização.

A liofilização do saburá foi realizada conforme Ferreira (2012) com algumas modificações. Parte da amostra foi armazenada em frascos e congelada a -24°C (vinte e quatro graus Celsius negativos) por aproximadamente 36 horas, e, posteriormente, submetida ao processo de liofilização por 24 horas a temperatura de -45 °C, com pressão inicial de 3,1 a 10⁻¹ torr, utilizando o Liofilizador Freeze Dryer, linha LJJ.

3.2 Análises químicas

Os métodos químicos e físicos para análise do saburá coletado (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, pH, acidez livre) seguiram as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) utilizando-se os parâmetros preconizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2001).

3.2.1 Umidade

A umidade foi determinada pesando-se 1,5g de saburá através da secagem em estufa a 105° C durante 4 horas de acordo com métodos oficiais da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2000) e métodos analíticos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

3.2.2 Cinzas

Foi utilizado o resíduo de umidade para a determinação das cinzas, o saburá moído em cadinhos de porcelana e o teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla, a 550°C por, aproximadamente, 4h de acordo com a AOAC (2000) e IAL (2008). Depois pesou-se o resíduo.

3.2.3 Proteína total

Foi pesado aproximadamente 0,2g da amostra em balança de 0,1mg de precisão, utilizando papel vegetal livre de nitrogênio transferido para frasco digestor Kjeldahl.

O saburá foi digerido com 0,5g de mistura catalítica (10g Na₂SO₄ Sulfato de Sódio + 1g CuSO₄. 5H₂O Sulfato de Cobre penta-hidratado + 0,2g selênio) e 3mL de ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄), durante 30 min à temperatura de 400°C. À solução digerida foi adicionado 15mL de Hidróxido de Sódio NaOH, 50% para liberação da amônia, a qual foi recolhida dentro de uma solução de Ácido bórico H₃BO₃, e, então, titulada com uma solução padronizada de Ácido sulfúrico 0,1N, através de bureta automática com precisão de 0,01mL. Para a determinação do teor de proteína total, os valores de nitrogênio foram multiplicados pelo fator de conversão 6,25. Os valores foram expressos em porcentagem de proteína total.

$$\% \text{ de proteína} = K \cdot V \cdot \text{fator} / P \quad \text{Eq.1}$$

Onde:

$$K = FC \cdot 0,0014 \cdot 100,$$

FC = valor de correção do ácido clorídrico,

V = volume de ácido clorídrico gasto na titulação,

P = n^o de g da amostra,

Fator = fator de conversão 6,25.

3.2.4 Lipídeos

Foi pesado 1,5g da amostra em papel de filtro acoplado-a em cartucho de Soxhlet. O cartucho com o papel de filtro amarrado foi transferido para o aparelho extrator tipo Soxhlet. Foi acoplado ao extrator o balão de fundo chato previamente tarado a 105°C contendo aproximadamente 70mL de éter de petróleo P.A. Se manteve a vidraria do extrator sob aquecimento em bloco, à extração contínua por 8 horas. Retirando-se o cartucho com o papel de filtro amarrado, o éter foi recuperado por meio de rota evaporação, o balão com o resíduo extraído transferido para uma estufa a 105°C, mantendo por cerca de uma hora. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente e pesou-se até peso constante.

3.2.5 pH e Acidez livre

Pesou-se 1,0 g da amostra em um béquer de 250 mL a qual foi diluída em aproximadamente 75 mL de água livre de CO₂. Com auxílio de pHmetro previamente calibrado utilizando soluções tampões certificadas com pH 4,00 e 7,00. Foi realizada a leitura direta do pH da amostra diluída.

A amostra diluída foi titulada com Hidróxido de Sódio NaOH 0,1 N padronizado, num fluxo contínuo de 5 mL por minuto, interrompendo a titulação quando a solução chegou ao pH de 8,5 para verificar o volume de NaOH gasto na titulação. Foi efetuado um branco com o mesmo volume de água utilizada para diluir a amostra de saburá (FCC, 2010).

3.3 Extração e hidrólise do saburá

A análise foi realizada segundo a metodologia aplicada por Martins et al. (2011), com algumas modificações. Os extratos foram preparados da seguinte forma: 40 mL de metanol aquoso a 62,5% (BTH 0,5 g/L) foi adicionado 1,0 g de material de amostra liofilizada. A este extrato foram adicionados 10 mL de HCl 5 Mol/L com mistura cuidadosa. A solução de extração assim obtida consistiu em 1,0 Mol de HCL em metanol aquoso a 50 % (v/v). Após refluxo a 90 °C por três horas com agitação regular, o extrato foi mantido para resfriamento. Em seguida, foi filtrado em funil de Buchner. O pH foi ajustado para 4,0 utilizando uma solução de acetato de potássio 5 Mol/L; o volume completado para 50 mL com metanol e a solução sonicada por cinco minutos. Metade do extrato foi analisada enquanto a outra metade foi rota-evaporada. O resíduo restante da rota-evaporação foi suspenso em 25 mL propilenoglicol. O teor de extrativos (TE) foi calculado dividindo-se a massa final do extrato metanólico seco (g) pela quantidade inicial de pólen seco (g).

3.4 Determinação dos compostos bioativos

3.4.1 Determinação quantitativa dos compostos fenólicos por espectrofotometria na região ultravioleta

A determinação dos espectros de absorção dos extratos foi realizada segundo o descrito por Park et al. (1998). Alíquotas de 0,25 mL de cada extrato (saborá) foram diluídas em 10 mL de etanol e os espectros de absorção na região do UV-visível foram determinados no comprimento de onda de 100-780 nm (80 nm). O etanol foi utilizado como branco e as análises foram realizadas em triplicata com uma repetição.

3.4.2 Determinação dos fenólicos totais

Foi utilizada a metodologia segundo Singleton et al. (1999), com algumas modificações. Foram pipetados 0,5 mL de cada extrato, diluídos 1:20 (v/v) em água, os quais foram adicionados em tubos de ensaios. Para que ocorresse a reação do material de cada amostra, foram adicionados 1,0 mL de Folin Ciocalteau (1:4), 2 mL de água destilada e após dois minutos 2 mL de solução de carbonato de sódio a 20 %. Após 60 minutos no escuro, foi realizada a leitura no espectro de absorção na região U.V. das amostras na faixa de comprimento de onda de 760 nm utilizando espectrofotômetro Beckman DU-70. O branco foi preparado sem adição do extrato e o ensaio foi conduzido nas mesmas condições. O ácido gálico foi utilizado para construir uma curva de calibração, e os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de saborá liofilizado (mg EAG/g de saborá liofilizado).

3.4.2.1 Curva de calibração com o padrão Ácido Gálico

Foi construída uma curva de calibração com o padrão ácido gálico nas concentrações de 10 20; 30; 40 e 50 ($\mu\text{g/mL}$), seguindo os mesmos procedimentos descritos no item anterior, em relação à proporção da mistura reacional utilizada para as amostras. A leitura da absorbância foi feita em triplicata a 760nm com uma repetição.

3.4.3 Concentração de flavonoides totais

A concentração de flavonoides totais foi determinada pelo método descrito por Carpes (2008), com algumas modificações. Uma alíquota de 0,5 mL de amostra

foi transferida para um tubo de ensaio e adicionada de 4,3 mL de etanol a 80%, 0,1 mL de solução metanólica de nitrato de alumínio a 10 % (p/p) e 0,1 mL de solução aquosa de acetato de potássio 1 Mol/L. O branco foi preparado sem adição de nitrato de alumínio e o ensaio foi conduzido nas mesmas condições. O complexo reacional e o branco foram cuidadosamente agitados e mantidos por 30 minutos ao abrigo da luz, e as absorbâncias foram medidas a 420 nm, em espectrofotômetro. A quercetina foi utilizada para construir uma curva de calibração, e os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de quercetina por grama de saburá liofilizado (mg EQ/g de saburá liofilizado).

3.4.3.1 Curva de calibração com o padrão Quercetina

A quercetina (0,5mg/mL) foi preparada em solução metanólica contendo antioxidante (0,5g/L de BHT). Dessa solução-mãe, foram retiradas alíquotas para construção de uma curva de calibração nas concentrações de 10; 20; 40; 60; 80,0 e 100 ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$), seguindo os mesmos procedimentos descritos no item anterior, em relação à proporção da mistura reacional, realizada para as amostras. A análise foi realizada em triplicata com uma repetição. O teor de flavonoides totais foi determinado por interpolação das absorbâncias das amostras (descontando a absorbância do branco) contra uma curva de calibração construída com as diferentes concentrações do padrão quercetina e expressas como miligramas equivalentes de quercetina por grama de saburá liofilizado (mg EQ/g de saburá liofilizado).

3.5 Captura do radical ABTS•+

A solução estoque de ABTS foi preparada dissolvendo-se 192 mg do ácido (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico- ABTS)) em 50 mL de água destilada em um balão volumétrico. A solução foi homogeneizada e transferida para um frasco de vidro âmbar, devidamente etiquetado e armazenado sob refrigeração. O radical ABTS•+ foi preparado a partir da reação de 5 mL da solução estoque de ABTS (7 mmol/L) com 88 μL da solução de persulfato de potássio (140 mmol/ L). A mistura foi armazenada no escuro à temperatura ambiente, por 16 horas. Em seguida, a mistura foi diluída em álcool etílico até atingir a absorbância de 0,70 nm \pm

0,05 nm a um comprimento de onda de 734 nm. A solução foi preparada apenas no dia da análise.

A capacidade de captura do radical ABTS^{•+} foi realizada utilizando o procedimento descrito por Rufino *et al.* (2007) com algumas modificações. Uma alíquota dos extratos (0,5mL) foi adicionada à 2 mL de solução ABTS^{•+} e após 7 minutos da adição das amostras, as leituras foram efetuadas em triplicata com uma repetição.

Os resultados foram determinados em função do Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico), um padrão submetido às mesmas condições de análise do antioxidante. Os valores obtidos foram calculados em TEAC (atividade antioxidante equivalente ao Trolox) em $\mu\text{mol TEAC/g}$ de amostra.

3.5.1 Curva padrão do Trolox

A partir da solução-padrão de trolox, foram preparadas, em balões volumétricos de 10 mL, soluções com concentrações que variaram de 100 μM a 2000 μM , conforme a Tabela 1.

TABELA 1 - Preparo das soluções para curva-padrão.

Solução padrão de trolox (mL)	Álcool etílico (mL)	Concentração final (μM)
0,5	9,5	100
2,5	7,5	500
5,0	5,0	1.000
7,5	2,5	1.500
10	0	2.000

Fonte: Rufino et al. (2007).

Em ambiente escuro, uma alíquota de 30 μL de cada solução de trolox (100 μM , 500 μM , 1.000 μM , 1.500 μM e 2.000 μM) foi transferida para tubos de ensaio, nos quais foram adicionados 3,0 mL da solução do radical ABTS^{•+} (item Preparo do radical ABTS^{•+}) e homogeneizados em agitador de tubos. Foi realizada a leitura (734 nm) após 7 minutos da mistura e utilizado álcool etílico como branco para calibrar o espectrofotômetro.

Foram plotadas as concentrações de trolox (μM) no eixo X e as respectivas absorbâncias no eixo Y. A atividade antioxidante foi determinada por interpolação das absorbâncias das amostras contra uma curva de calibração construída com as

diferentes concentrações do padrão trolox. Os valores obtidos foram calculados em TEAC (atividade antioxidante equivalente ao Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico)) em $\mu\text{M TEAC.g/L}$ de amostra. A análise foi realizada em triplicata com uma repetição.

3.6 Pesquisa para a determinação da vitamina C

A determinação da Vitamina C (ácido ascórbico) foi realizada conforme metodologia proposta por Oliveira (2019), utilizando titulação com 2,6-diclorofenol-indofenol (DCFI). Foram utilizadas as amostras de saburá provenientes da secagem em estufa a 42 °C. A Vitamina C foi extraída do saburá por centrifugação de 5 gramas da amostra juntamente com solução de ácido metafosfórico e ácido acético em água (3% ácido metafosfórico e 8% ácido acético), a 3000 rpm por 30 minutos, e o sobrenadante foi recolhido em balão volumétrico de 50 mL. O resíduo da centrifugação foi homogeneizado com nova porção da solução de ácido metafosfórico e ácido acético em água. Assim, o processo de centrifugação foi repetido e o sobrenadante foi recolhido. O sobrenadante foi então titulado com DCFI, e foi considerado o ponto final da titulação quando ocorreu a alteração da coloração azul para rosa, o que indica a redução completa do DCFI pelo ácido ascórbico. A titulação de solução-padrão com concentração conhecida de vitamina C também foi realizada para a padronização do DCFI. A análise foi realizada em triplicata e os resultados foram expressos em mg de vitamina C/g de saburá seco.

4. REFERÊNCIAS

AIDAR, D. S. **A Mandaçaia**: biologia manejo e multiplicação de colônias de abelhas, com especial referência a *Melipona quadrifasciata* Lep. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). 2. ed. Ribeirão Preto: FUNPEC, 161 p., 2010.

ALVES, P. F.; GARCIA, M. M. L.; MACEDO, A. S.; LIBERATO, M. C. T. C.; MAGALHAES, C. E. C. Estudo comparativo de metais e minerais de amostras de pólen apícola produzidos no Ceará e no Rio Grande do Sul. **Produtos Naturais**. 51º Congresso Brasileiro de Química: Meio Ambiente e Energia. São Luís, Maranhão, 2011.

ARRUDA, V. A. S.; PEREIRA, A. A. S.; FREITAS, A. S.; BARTH, O. M.; ALMEIDAMURADIAN, L. B. Dried bee pollen: B complex vitamins, physicochemical and botanical composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 29, n. 2, p. 100-105, 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC**. International. 17a. ed. Gaithersburg: AOAC International.

BALLIVIÁN, J. M. P. (ED.). **Abelhas nativas sem ferrão: Mýg Pê**. 2a edição-revisada ed. São Leopoldo, RS: Oikos Editora, 2008.

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

BASIM, E.; BASIM, H.; OZCAN, M. Antibacterial activities of Turkish pollen and propolis extracts against plant bacterial pathogens. **Journal of Food Engineering**, v. 77, n. 4, p. 992-996, 2006.

BIRBEN, E.; SAHINER, U. M.; SACKESEN, C.; ERZURUM, S.; KALAYCI, O. Oxidative stress and antioxidant defense. **Journal World Allergy Organ**, v. 5, n. 1, p. 9-19, 2012.

BRASIL. Instrução Normativa SDA nº 03, de 19 de janeiro de 2001 - **Regulamento Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geleia Real, Geleia Real Liofilizada, Polén Apícola, Propólís e Extrato de Propólís**. 2001.

BRENNA, O. V.; PAGLIARINI, E. Multivariate analyses of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v. 49, n. 10, p. 4841-4844, 2001.

CAMPOS, M. G. R.; BOGDANOV, S.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; SZCZESNA, T.; MANCEBO, Y.; FRIGERIO, C.; FERREIRA, F. Pollen composition and standardisation of analytical methods. **Journal of Apicultural Research & Bee World**, v. 47, n. 2, p. 156-163, 2008.

CARPES, S. T. P. A.; MORENO, I. A. M.; MOURÃO, G. B.; ALENCAR, S. M.; MASSON, M. L. Avaliação do potencial antioxidante do pólen apícola produzido na região sul do Brasil. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1660-1664, 2008.

CARRATU, B. SANZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetale. **Ann Ist Super Sanità**, v. 41, n. 1, p. 7-16, 2005.

CARVALHO-ZILSE, G. A.; SILVA, C. G. N.; ZILSE, N.; VILAS BOAS, H. C.; SILVA, A. C.; LARAY, J. P.; FREIRE, D. C. B.; KERR, W. E. **Criação de abelhas sem ferrão**. 2012. Disponível em: <<http://ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/criacaoabelhassemferrao.pdf>>. Acesso em: 06 de out. de 2021.

CELLA, I.; AMANDIO, D. T. T.; FAITA, M. R. **Meliponicultura**. (Epagri. Boletim Didático, 141). Florianópolis, p. 56, 2017.

CHANTARUDEE, A.; PHUWAPRAISRISAN, P.; KIMURA, K.; OKUYAMA, M.; MORI, H.; KIMURA, A. CHANCHAO, C. Chemical constituents and free radical scavenging activity of corn pollen collected from *Apis mellifera* hives compared to floral corn pollen at Nan, Thailand. **BMC Complementary e Alternative Medicine**, 2012. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1472-6882/12/45>>. Acesso em: 02 de set. de 2021.

COLETTTO-SILVA, A. **Implantação da meliponicultura e etnobiologia de abelhas sem ferrão (Meliponas) em comunidades indígenas no estado do Amazonas: Estudos de caso dos meliponários indígenas: Ticuna**. Tese (Doutorado) INPA/UFAM, 2005.

CORONEL, B. B.; GRASSO, S. C.; PEREIRA, G.; FERNÁNDEZ, A. Caracterización bromatológica del pólen apícola Argentino. **Ciência, Docência y Tecnología**, v. 15, n. 29, p. 141-181, 2004.

COSTA, T.; JORGE, N. Compostos bioativos benéficos presentes em nozes e castanhas. **Unopar Científica Ciência Biológicas e Saúde**, v. 13, n. 3, p. 195-203, 2011.

DENISOW, B.; DENISOW-PIETRZYK, M. Biological and therapeutic properties os bee pollen: a review. **Jornal of the Science of Food the Agriculture**, v. 96, n. 13, p. 4303-9, 2016.

EMBRAPA. **Criação de abelhas sem ferrão**. 32 p. [s.d.]. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166288/1/CriacaoAbelhaSemFerro.pdf>>. Acesso em: 07 de out. de 2021.

ESCOTÉ, X.; MIRANDA, M.; MENOYO, S.; RODRÍGUEZ-PORRATA, B.; GUTIÉRREZ, C. D.; JUNGWIRTH, H.; VENDRELL, J. Resveratrol induces antioxidant defence via transcription factor Yap1p Yeast. **Levedura**, v. 29, n. 7, p. 251- 263, 2012.

ESTEVINHO, L. M.; RODRIGUES, S.; PEREIRA, A. P.; FEÁS, X. Portuguese bee pollen: palynological study, nutritional and microbiological evaluation. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, n. 2, p. 429–435, 2012.

FCC - Food Chemicals Codex (7ª Edição). (2010). **The United States Pharmacopeial Convention**. Online, Disponível em: <http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=3812&VerticalID=0>. Acesso em: 10 de set. de 2021.

FÉLIX, J. S. **Capacidade antioxidativa de geoprópolis, pólen e resina e identificação dos constituintes voláteis do mel de *Melipona flavolineata friese* (apidae: meliponina), coletados em municípios do estado do Pará**. Engenharia Química (Dissertação). Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

FERREIRA, R. C. **Avaliação das características físico-químicas e microbiológicas do pólen da *Melipona scutellaris Latreille* submetido a**

diferentes processos de desidratação. Dissertação. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

FIORINI, L. S.; LOHMANN, P. Dossiê: Os minerais na alimentação. **Food Ingredients Brasil**. n. 4, p.48-65, 2008. Disponível em: < https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060908369001465586026.pdf>. Acessado em: 15 de ago. de 2021.

FONSECA, K. Z.; PRAZERES, A. G. M.; LIMA, C. L. B.; SANTOS, I. P.; PAMPONET, J. S. S. **Perguntas mais frequentes sobre flavonoides.** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, 2016.

GHARIBZAHEDI, S. M. T.; RAZAVI, S. H.; MOUSAVI, S. M. Microbial canthaxanthin: perspectives on biochemistry and biotechnological production. **Engineering in Life Sciences**, n. 13, p. 408-417, 2013. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/elsc.201200153>>. Acesso em: 03 de set. de 2021.

HERRERO, H.; ROS, J.; BELLÍ, G.; CABISCOI, E. Redox control and oxidative stress in yeast cells. **Biochemical et Biophysical Acta (BBA) - General Subjects**, v. 1780, n. 11, p. 1217-1235, 2008.

HERTOG, M. G.; FESKENS, E. J.; HOLLMAN, P. C.; KATAN, M. B.; KROMHOUT, D. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. **The LANCET**, v. 342, p. 1007–1011, 1993.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos.** 4ed. São Paulo: IAL. Vol. 1, 533 p.

JIN, E.; POLLE, J. E. W.; LEE, H. K.; HYUN, S. M.; CHANG, M. Xanthophylls in microalgae: from biosynthesis to biotechnological mass production and application. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 13, n. 2, p. 165-174, 2003.

KOSER, J. R.; BARBIÉRI, C.; FRANCOY, T. M. Legislação sobre meliponicultura no Brasil: demanda social e ambiental. **Sustainability in Debate - Brasília**, v. 11, n.1, p. 179-194, 2020.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W.; GIUNTINI, E. B.; COELHO, K. S. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA)**. Tabelas Complementares – Flavonoides. Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.0. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tbca/>>. Acesso em: 11 de set. de 2021.

LEE, S. J.; UMANO, K.; SHIBAMOTO, T.; LEE, K. G. Identification of volatile componentes in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 91, n. 1, p. 131-137, 2005.

LEÓN-GONZÁLEZ, A. J.; MANSON, M. M.; LÓPEZ-LIZARÓ, M.; NAVARRO, I.; MARTÍN-CORDERO, C. Induction of apoptosis and cell cycle arrest in human colon carcinoma cells by *Corema album* leaves. **Natural Product Communications**, v. 9, n. 1, p. 55-56, 2014.

LIMA, F. V. O.; SILVESTRE, R.; BALERTIERI, J. B. P. Nest entrance types of stingless bees (Hymenoptera: Apidae sensu lato) in a Tropical Dry Forest of mid-Western Brazil. **Sociobiology**, v. 60, n. 4, p. 421-428, 2013.

LINS, A. C. S.; SILVA, T. M. S.; CÂMARA, C. A.; SILVA, E. M. S.; FREITAS, B. M. Flavonóides isolados do pólen coletado pela abelha *Scaptotrigona bipunctata* (canudo). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, n. 2, p. 40-41, 2003.

LOBO, A. S.; TRAMONTE, V. L. C. Efeitos da suplementação e da fortificação de alimentos sobre a biodisponibilidade de minerais. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 1, p. 107-113, 2004.

LOPES, A. J. O.; VASCONCELOS, C. C.; PEREIRA, F. A. N.; SILVA, R. H. M.; QUEIROZ, P. F. S.; FERNANDES, C. V.; GARCIA, J. B. S.; RAMOS, R. M.; ROCHA, C. Q.; LIMA, S. T. J. R. M.; CARTÁGENES, M. S. S.; RIBEIRO, M. N. S. Anti-Inflammatory and Antinociceptive Activity of Pollen Extract Collected by Stingless Bee *Melipona fasciculata*. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 18, p. 4512, 2019.

LOPES, A. J. O.; VASCONCELOS, C. C.; GARCIA, J. B. S.; PINHEIRO, M. S. D.; PEREIRA, F. A. N.; CAMELO, D. S.; MORAIS, S. V.; FREITAS, J. R. B.; ROCHA, C. Q.; RIBEIRO, M. N. S.; CARTÁGENES, M. S. S. Anti-Inflammatory and Antioxidant Activity of Pollen Extract Collected by *Scaptotrigona affinis postica*: in silico, in vitro, and in vivo Studies. **Antioxidants**, v. 9, n. 2, p. 103-121, 2020.

MARTINS, M. C. T. **Pólen apícola brasileiro: valor nutritivo e funcional, qualidade e contaminantes inorgânicos.** 366p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. 2010.

MARTINS, M. C. T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.; MORGANO, M. A.; RODRIGUES, M. I. Otimização e validação de metodologia analítica para determinação de flavonóis e flavonas por CLAE em pólen apícola utilizando-se Análise de Superfície de Resposta. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 70(2), 2011, 122-131.

MARTINS, N.; PETROPOULOS, S.; FERREIRA, I. C. F. R. Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre- and post-harvest conditions: A review. **Food Chemical**, v. 15, n. 211, p. 41-50, 2016.

MELO, G. A. R.; MOURE, J. S.; URBAN, D.; MAIA, E.; MOLIN, A. D.; GONÇALVES, R. B.; CANHOS, V. P.; SOUZA, S.; DONATI, L.P. **Catálogo de abelhas Moure.** Universidade Federal do Paraná. 2011. Disponível em: <<http://moure.cria.org.br/credits>>. Acesso em: 13 de set. de 2021.

MENEZES, J. D. S. **Compostos bioativos do pólen apícola.** 63 f. Dissertação (Ciência de Alimentos). Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2009.

MOREIRA, A. V. B.; MANCINI-FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 4, p. 411-424, 2004.

MOTTA, V. T. Lipídeos e Membranas. In: MOTTA, V. T. **Bioquímica Básica.** 234-267, 2005. Disponível em: <<https://docero.com.br/doc/env0e0>>. Acesso em: 11 de set. de 2021.

MURADIAN, L. B. A.; 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, n. 1, p. 105-111, 2005.

OLIVEIRA, R. G.; JAIN, S.; FREITAS, L. S.; ARAÚJO, E. D. Phenolic compound, nutritional and antioxidant profile of pollen collected by the genus *Melipona* in North Eastern Brazil. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p. e2018079, 2019.

NISAR, N.; LI, L.; SHAN, L.; NAY, C. K.; POGSON, B. J. Carotenoid metabolism in plants. **Molecular Plant**, v. 8, n. 1, p. 68-82, 2015.

NOGUEIRA, C.; IGLESIAS, A.; FEÁS, X.; ESTEVINHO, L. M. Commercial Bee Pollen with Different Geographical Origins: A Comprehensive Approach. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 9, p. 11173-11187, 2012.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 446p., 1997.

OLIVEIRA, F. F.; RICHERS, B. T. T.; SILVA, J. R.; FARIAS, R. C.; MATOS, T. A. L. Guia Ilustrado das Abelhas “Sem-Ferrão” das Reservas Amanã e Mamirauá, Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Tefé: IDSM**, 2013, p. 270, il. ISBN: 978-85-88758-27-8.

OSTROVSKI, K. R. **Desenvolvimento, produção e qualidade de mel de abelha Mandaçaia MQQ em ambientes urbanos e rural**. Curitiba. Tese (doutorado), Universidade Federal do Paraná, 2019.

PARANÁ. **Lei Nº 19152 DE 02/10/2017**. Dispõe sobre a criação, o manejo, o comércio e o transporte de abelhas sociais nativas (meliponíneos). Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=351023>>. Acesso em: 06 de out. de 2021.

PARK, Y. P.; IKEGAKI, M.; ABREU, J. A. D. S.; ALCICI, N. M. F. Estudo da preparação dos extratos de própolis e suas aplicações. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n 3, p. 313-318, 1998.

PEDRO, S. R. M. The Stingles Bee Fauna In Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology: An International jornal on social insects**, v. 61, n. 4, p. 348-354, 2014.

PESSOA, F. S. **Alimentação, nutrição e a saúde da família: desequilíbrio nutricional e carência de vitaminas e micronutrientes/** Fabrício Silva Pessoa (Org.). - São Luís, 2014. 45f.: il.

PINHEIRO, F. M.; COSTA, C. V. P. N.; BAPTISTA, R. C.; VENTURIERI, G. C.;

PONTES, M. A. N. **Pólen de abelhas indígenas sem ferrão *Melipona fasciculata* e *Melipona flavolineata***: caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. 2007. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/408842/1/polendeabelhasindigenassemferraomelipona>. Acesso em: 15 de set. de 2021.

QUIROGA, A. L. B. Dossiê Proteínas: Proteínas. **Food Ingredients Brazil**, n. 28, 2014. Disponível em: <https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060879641001464957906.pdf>. Acesso em: 06 de set. de 2021.

REBELO, K. S. **Caracterização química, físico-química e espectroscópica do pólen coletado por abelhas sem ferrão amazônicas**. Universidade Federal do Amazonas. Dissertação, Manaus, 2011.

REIS, I. T.; FREITAS, B. M. Chemical composition, botanical evaluation and screening of radical scavenging activity of collected pollen by the stingless bees *Melipona rufiventris* (Uruçu-amarela). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 81, n. 2, p. 173-178, 2009.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. 2º ed. Editora: Blucher, p. 184, 2004.

RIBEIRO, J. G.; SILVA, R. A. Estudo comparativo da qualidade de pólen apícola fresco, recém processado, não processado e armazenado em freezer e pólen de marca comercial através de análises físico-químicas. **Tecnologia & Desenvolvimento Sustentável**, Ano 1, março 2007.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides**, 1a. ed., Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2008.

RODRÍGUEZ-CONCEPCIÓN, M.; BORONAT, A. Elucidation of the methylerythritol phosphate pathway for isoprenoid biosynthesis in bacteria and plastids. A metabolic milestone achieved through genomics. **Plant Physiology**, v. 130, n. 3, p. 1079-1089, 2002.

RZEPECKA-STOJKO, A.; STOJKO, J.; KUREK-GÓRECKA, A.; GÓRECKI, M.;

KABAŁA-DZIK, A.; KUBINA, R.; MOŹDZIERZ, A.; BUSZMAN, E. Polyphenols from Bee Pollen: Structure, Absorption, Metabolism and Biological Activity. **Molecules**, v. 20, n. 12, p. 21732-21749, 2015.

SCHAFRANSKI, K. **Extração e caracterização de compostos fenólicos de folhas de amoreira preta (Morus nigra L.) e encapsulamento em esferas de alginato**. 100 p. Dissertação de Mestrado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

SCHMIDT, J. O. BUCHMANN, S. L. In: GRAHAM, J.M.; AMGROSE, J. T.; LANGSTROTH, L.L., eds. The Hive and the honey bee: a new book on beekeeping which continues the tradition of “Langstroth on the hive and the honey bee”. **Hamilton: Dadant**, p. 928- 977, 1992.

SILVA, C. M. A. **Metabólitos secundários de plantas do semi-árido de Pernambuco – uma inovação no controle de fitopatógenos**. 2013. 109 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Recife, 2013.

SILVA, J. R.; DEMETERCO, C. A.; ARAUJO, P. C. M.; STEWARD, A. M.; VIANA, F. M. F. **Manejo de abelhas nativas sem ferrão na Amazônia central: Experiências nas Reservas de Desenvolvimento Sustentável Amanã e Mamirauá**. Tefé, AM: IDSM, 2018.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Seminário: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010.

SILVA, T. M. S.; CAMARA, C. A.; LINS, A. C. S.; AGRA, M. F.; SILVA, E. M. S.; SILVA, W. P.; PAZ, J. R. L. Abelhas sem ferrão: muito mais que uma importância econômica. **Natureza on line**, v. 10, n. 3, p. 146-152, 2012.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte, p. 253, 2002.

SOUZA, D. C. Org. **Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural**. 2º

ed.rev. Brasília: Sebrae, p. 186, 2007.

SOUZA, R. C. S.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; OLIVEIRA, F. P. M. Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazônica. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 2, p. 333-336, 2004.

STANCIU, O. G.; MARGHITAS, L. A.; DEZMIREAN, D.; CAMPOS, M. G. A comparison between the mineral content of flower and honeybee collected pollen of selected plant origin (*Helianthus annuus* L. and *Salix* sp.). **Romanian Biotechnological Letters**, Bucharest, v. 16, n. 4, p. 6291-6296, 2011.

VIEIRA, V. B.; PIOVESAN, N. (Orgs). **Sustentabilidade em ciência e tecnologia de alimentos**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

VILLANUEVA, G. R. Polliniferous plants and foraging strategies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the Yucatán Peninsula, México. **Revista de Biologia Tropical**, v. 50, n. 3, p. 1035-1044, 2002.

VILLARREAL, L. P. S. **Composição química e atividade antioxidante do pólen coletado pela abelha sem ferrão: *Melipona seminigra* Cockerell**, 1919. 142 f. Dissertação (Química). Universidade Federal do Amazonas, Manaus – Amazonas, 2009.

VILLAS-BÔAS, J. **Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão**. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 2012. 96 p. (Série Manual Tecnológico)

VILLAS-BÔAS, J. **Manual do Aproveitamento Integral dos Produtos abelhas nativas sem ferrão**. Brasília. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), 2018. 2ª Edição. 216 p. (Série Manual Tecnológico).

VIZZOTTO, M. et al. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. **Embrapa Clima Temperado-Documentos** (INFOTECA-E), 2010.

WINK, M. Modes of Action of Herbal Medicines and Plant Secondary Metabolites.

Medicines, v. 2, n. 3, p. 251-286, set. 2015.

ZHENG, W.; WANG, S.Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Chicago, v. 49, n. 11, p. 5165-5170, 2001.

5. ARTIGO CIENTÍFICO

PAGE FRONT

1. PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND BIOACTIVE COMPOUNDS OF *SCAPTOTRIGONA* SP BEE POLLEN (SABURÁ).

2. EDILAINE PERUSSO*¹

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Departamento de Alimentos, Laboratório de alimentos, Rua Universitária, 1619, 85819-110 Cascavel, PR, Brasil.

ORCID: 0000-0001-6543-7252

RHAMON ANTONIO MARTINI²

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Departamento de Alimentos, Laboratório de alimentos, Rua Universitária, 1619, 85819-110 Cascavel, PR, Brasil.

ORCID: 0000-0003-2870-6382

IZADORA ANDREONI³

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Departamento de Alimentos, Laboratório de alimentos, Rua Universitária, 1619, 85819-110 Cascavel, PR, Brasil.

ORCID: 0000-0003-2786-619X

LOANA SIMIONATO MORAES⁴

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Departamento de Alimentos, Laboratório de alimentos, Rua Universitária, 1619, 85819-110 Cascavel, PR, Brasil.

ORCID: 0000-0002-7771-8243

SUZANA BENDER⁵

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Departamento de Alimentos, Laboratório de alimentos, Rua Universitária, 1619, 85819-110 Cascavel, PR, Brasil.

ORCID: 0000-0001-8913-1952

LUCIANA BILL MIKITO KOTTWITZ⁶

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Departamento de Alimentos, Laboratório de alimentos, Rua Universitária, 1619, 85819-110 Cascavel, PR, Brasil.

ORCID: 0000-0002-8053-6504

4. Abelhas sem ferrão, Compostos bioativos, Compostos fenólicos, Flavonóides, Saburá.

5. Caracterização de saburá.

6. Artigo original

7. Edilaine Perusso, Rua Augustinho Sbalqueiro n°420, Verê, Paraná, Tel. (46) 999010514, edilaineperusso@hotmail.com

RESUMO

O pólen coletado pelas abelhas sem ferrão das plantas é depositado na colônia em potes exclusivos, onde ocorre a deposição de algumas enzimas que auxiliam a conservação natural do pólen. Por ser diferente do pólen *in natura*, o produto das abelhas nativas, saburá, é um composto rico em proteínas, que tem sido cada vez mais procurado no mercado de alimentos naturais. O objetivo desta pesquisa foi caracterizar a composição química e compostos bioativos de amostras de saburá produzidos pelas abelhas nativas *Scaptotrigona* spp, localizadas em um meliponário no município de Verê, Paraná. As análises foram realizadas em março de 2021, com três repetições. Os resultados médios, das análises composicionais químicas, obtidos para as amostras coletadas, indicaram percentuais médios de 22,56% para os teores de proteína, de 21,15% para lipídeos, de 13,68% de umidade e 2,41% de cinzas. Na avaliação dos compostos bioativos obteve-se para flavonoides totais (760 mg EQ/g), compostos fenólicos totais (1.840 mg EAG/g) e determinação do potencial antioxidante (2.139,66 TEAC μ M/g). O saburá analisado nesta pesquisa apresentou potencial para os compostos bioativos.

INTRODUÇÃO

As atividades de criação e manejo de abelhas sociais nativas sem ferrão (meliponíneos) para fins comercial, pesquisa científica, atividades de lazer, educação ambiental, consumo próprio ou familiar de mel e de outros produtos dessas abelhas, objetivando também a conservação das espécies e sua utilização na polinização de plantas, é chamada de meliponicultura (Paraná 2017). Essas abelhas ocorrem em grande parte das regiões tropicais, ocupando praticamente toda a América Latina e África, além do sudeste asiático e norte da Austrália. Entretanto, é nas Américas que grande parte da diversidade de espécies ocorre. São aproximadamente 400 tipos descritos, conforme catalogação, e que a cultura de criação destes insetos se manifesta de forma mais intensa (Villas-Bôas 2012).

A fauna de abelhas sem ferrão conhecida no Brasil, inclui registros geográficos por estados brasileiros, tendo um total de 244 espécies válidas e cerca de 89 formas não descritas, distribuídas em 29 gêneros. Cerca de 87 espécies são endêmicas, correspondendo a 20% das espécies neotropicais (Pedro 2014). Mas ainda não é possível ter uma estimativa precisa sobre a criação e a movimentação econômica de abelhas sem ferrão, pois a maior parte dos meliponicultores não possuem registros e não emitem notas de compra e venda (Koser *et al.* 2020).

O pólen coletado é depositado na colônia desse tipo de abelha em potes exclusivos, o que torna fácil sua exploração. Nestes potes, ocorre a deposição de algumas enzimas que auxiliam a conservação natural do pólen. Por ser diferente do pólen *in natura*, o produto das abelhas nativas sem ferrão recebe nomes especiais: saburá ou samburá, dependendo da região do Brasil. Uma vez que é um composto rico em proteínas, tem sido cada vez mais procurado no mercado de alimentos naturais. Sendo assim, é crescente a iniciativa dos meliponicultores em explorar o saburá além do mel dessas abelhas (Villas-Bôas 2012).

O saburá, obtido pelas abelhas das flores de plantas, constitui uma rica fonte de substâncias biologicamente ativas. Mais de 250 destas substâncias foram isoladas do pólen de abelha. As abelhas misturam o pólen com uma pequena quantidade de saliva ou néctar e, na forma de cargas de pólen, carregam-no para a colônia. O pólen na forma de cargas de pólen é obtido por meio de armadilhas polínicas e, após a secagem, torna-se matéria-prima para uso farmacêutico, cosmético ou nutricional. O saburá é utilizado na produção de suplementos dietéticos na forma de comprimidos, cápsulas e granulados, sendo que álcool e extratos aquosos também são feitos a partir dele (Rzepecka-Stojko *et al.* 2015).

Considerando o crescente interesse pela comercialização do saburá, se fazem necessárias pesquisas sobre esse material para um melhor controle de qualidade, buscando-se assim, uma padronização do pólen das abelhas sem ferrão para possíveis utilizações nas indústrias alimentícias e farmacêuticas, como também a valorização de produtos de origem nacional. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi caracterizar a composição química e compostos bioativos das amostras de saburá produzidos pelas abelhas nativas *Scaptotrigona* spp.

MATERIAIS E MÉTODOS

O pólen/saburá utilizado nesta pesquisa foi obtido a partir da produção da espécie de abelha *Scaptotrigona* spp. de um meliponário localizado no município de Verê (25°55'03,7"S 52°51'23,7"W), no Sudoeste do Paraná. O saburá foi coletado para a realização das análises, em março de 2021 em uma amostra composta de quatro diferentes caixas do mesmo meliponário. A coleta, armazenamento e liofilização (Liofilizador Freeze Dryer, linha LJJ) das amostras foi realizada conforme (Ferreira 2012) com algumas modificações. Foram realizadas análises químicas, para determinação de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, pH e

acidez livre, seguindo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL 2008) utilizando-se os parâmetros preconizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Brasil 2001). Todas as análises foram realizadas em triplicata com uma repetição.

Os extratos metanólicos de saburá, para determinação de compostos bioativos (compostos fenólicos totais e concentração de flavonoides totais) e análise de captura do radical ABTS^{•+}, foram preparados segundo a metodologia aplicada por (Martins *et al.* 2011).

Para a determinação dos fenólicos totais foi utilizada a metodologia segundo (Singleton *et al.* 1999), leitura no espectro de absorção das amostras na faixa de comprimento de onda de 760 nm utilizando espectrofotômetro Beckman DU-70. O ácido gálico foi utilizado para construir uma curva de calibração, e os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de saburá liofilizado (mg EAG/g de saburá liofilizado).

A análise de concentração de flavonoides totais foi determinada pelo método descrito por (Carpes 2008), e as absorbâncias foram medidas a 420 nm, em espectrofotômetro. A quercetina foi utilizada para construir uma curva de calibração, e os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de quercetina por grama de saburá liofilizado (mg EQ/g de saburá liofilizado).

Para determinação da capacidade de captura do radical ABTS^{•+} foi realizado o procedimento descrito por (Rufino *et al.* 2007). Os resultados foram determinados em função do Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico), um padrão submetido às mesmas condições de análise do antioxidante. Os valores obtidos foram calculados em TEAC (atividade antioxidante equivalente ao Trolox) em $\mu\text{mol TEAC/g}$ de amostra.

A determinação da Vitamina C (ácido ascórbico) foi realizada conforme metodologia proposta por (Oliveira 2019), utilizando titulação com 2,6-diclorofenol-indofenol (DCFI). Foram utilizadas as amostras de saburá provenientes da secagem em estufa a 42 °C. Os resultados foram expressos em mg de vitamina C/g de saburá seco.

RESULTADOS

Resultados obtidos para as determinações físico-químicas e de compostos bioativos, estão expressos na Tabela I.

Tabela I. Resultados médios das análises físico-químicas, determinação de compostos bioativos, atividade antioxidante e vitamina C, realizadas em amostras de saburá obtido de abelha *Scaptotrigona* sp.

Determinação	Resultados obtidos
Umidade (%)	13,68
Cinzas (%)	2,41
Proteínas (%)	22,53
Lipídeos (%)	21,15
Ph	3,36
Acidez livre	918,46
Fenólicos totais (mg EAG/g)	1.840
Flavonoides totais (mg EQ/g)	760
Captura radical ABTS ⁺⁺ (TEAC μ M/g)	2.139,66
Teor de vitamina C (mg/g)	0,102

Fonte: Autora, 2022.

DISCUSSÃO

O saburá analisado possui um baixo teor de umidade, atribuído às propriedades higroscópicas do pólen que absorvem a água do meio ambiente. Esta umidade também é proveniente da saliva das abelhas e do néctar (Mohammad *et al.* 2021). O teor de umidade determinado é importante por representar a água presente no alimento, sendo que o seu elevado teor pode provocar uma rápida deterioração, criando uma condição indesejada e propícia ao desenvolvimento de microrganismos. Dessa forma, a umidade é um parâmetro essencial, uma vez que é comum encontrar elevados teores no saburá (Souza 2019).

Kaplan *et al.* (2016) relataram que oito variedades de saburá turco continham de 11,4 a 15,9 % de umidade. Bárbara *et al.* (2018) encontraram $28 \pm 0,38$ % de umidade para variáveis físico-químicas em pólen de *Scaptotrigona* sp. no Nordeste do Brasil. Na Venezuela, Vit *et al.* (2018) analisaram o saburá e observaram valores de umidade entre 43,49 e 48,54 %. Na Bahia, Bárbara *et al.* (2015) encontraram valores de umidade de 36 % no saburá da *Melipona quadrifascita*, enquanto Alves *et al.* (2018) encontraram um valor de 34,58 a 54,54 % para a *Melipona scutellaris*. Essa diferença entre as espécies pode estar relacionada à distinta disposição e tamanho dos potes de saburá e manejo dentro da colmeia (Souza 2019).

Os dados citados, assim como os resultados encontrados, demonstram estar relacionados com o clima do local onde está a colônia na época da colheita. O resultado obtido (13,68 %) está dentro dos padrões para o pólen apícola (máximo 30 %), segundo o MAPA. O resultado foi diferente de outros observados em diferentes localidades. Este fato pode ser devido à menor umidade na cidade de Verê no mês de março de 2021 que foi um mês de seca e também ao processo de liofilização utilizado no recebimento da amostra no laboratório.

Foram observados teores médios de 2,41 % de cinzas, resultado dentro do padrão

estabelecido para o pólen apícola (máximo 4 %) segundo o MAPA, esse resultado foi semelhante ao encontrado por Alves *et al.* (2018), em que os valores variaram de 1,72 a 1,97 % para esta determinação. No entanto, resultados superiores foram encontrados por Rebelo *et al.* (2021), que obtiveram valores de 3,13 a 4,28 %. A análise de cinzas reflete a quantidade de minerais na amostra e fatores como origem botânica e origem do solo podem influenciar na quantidade destes componentes do saburá.

O saburá pode ser considerado uma fonte de lipídios e de proteína, pois em sua composição apresenta, aproximadamente, 20 g de proteínas totais e, em média, 6,5 g de lipídios (Barreto *et al.* 2005). Os conteúdos de proteínas e lipídeos encontrados foram, respectivamente, de 22,53 % e 21,15 %. Superiores aos observados por Bárbara *et al.* (2018) que relataram teores de proteínas de 15,98 % e de lipídeos de 2,29 %, bem como por Vit *et al.* (2016) que identificaram valores de 16,80 % e 6,72 %, para os mesmos parâmetros, respectivamente. Teores proteicos semelhantes, de 24 %, a esta pesquisa foram descritos por Rebelo *et al.* (2021). Essas diferenças podem ser justificadas, considerando que, a origem botânica do pólen da flor, que é a principal fonte de proteínas e lipídeos para produção do saburá, tem influência na quantidade destes componentes (Rebelo *et al.* 2021), na adição de enzimas glandulares das abelhas ao pólen fresco pode alterar a composição lipídica disponível no saburá (Mohammad *et al.* 2021).

Neste estudo o pH encontrado foi de 3,36 resultado semelhante ao observado por Bárbara *et al.* (2018) de $3,71 \pm 0,05$. O permitido pela legislação vigente para pólen apícola varia entre 4 a 6 (Brasil 2001). De acordo com Vásquez & Olofsson (2009), reduções no pH durante a conversão dos pólenes coletados pelas abelhas em saburá foram atribuídas às atividades das bactérias produtoras de ácido láctico. Alimentos ácidos dificultam o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos.

Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade. A determinação da acidez total em alimentos é

bastante importante, pois, através dela, podem-se obter dados sobre a apreciação do processamento e do estado de conservação dos alimentos. A acidez é resultante dos ácidos orgânicos existentes no alimento, dos adicionados propositadamente e também daqueles provenientes das alterações químicas dos mesmos. O saburá apresenta um elevado teor de acidez devido às reações que ocorrem durante o processamento deste produto pelas abelhas durante o armazenamento nos potes de pólen (Alves & Santos 2018) assim, é um alimento naturalmente ácido, em decorrência da presença dos ácidos glucônico e láctico encontrados no produto final (Kalaycioğlu *et al.* 2017). Na presente pesquisa, observou-se um valor de 918,46 mEq/Kg para acidez, valor acima do estabelecido pela legislação vigente (máximo 300 mEq/Kg).

Trabalhos avaliando a acidez do saburá foram realizados por Alves *et al.* (2018) onde, observaram valores entre 152,64 a 148,51 mEq kg⁻¹ para saburá de *Melipona scutellaris*. Bárbara *et al.* (2015) obtiveram valores de 146,00 ± 10,00 mEq kg⁻¹ para o saburá de *Melipona mandacaia*. Martins *et al.* (2011) em estudo da composição físico-química do pólen de abelhas de onze Estados brasileiros verificaram uma média de 444,80 ± 16,50 mEq kg⁻¹.

A composição do saburá apresenta quantidade e qualidade de nutrientes superiores ao do pólen das flores antes da colheita. Isto decorre em função das abelhas acrescentarem secreções salivares com suas enzimas, adicionarem o néctar e enriquecerem o produto final com nutrientes que o permitem ser um alimento funcional com atividades biológicas e maior proporção nutricional comparado ao pólen das flores (Mendonça Neto *et al.* 2021).

O saburá, por sua composição química com alto teor de compostos fenólicos, em especial flavonoides e polifenóis, que conferem atividades antioxidantes, vem sendo considerado um verdadeiro suplemento alimentar com funções terapêuticas e nutricionais (Denisow & Denisow-Pietrzyk, 2016).

Os flavonóides desenvolvem um papel fundamental na proteção contra agentes oxidantes e

participam de importantes funções de crescimento, no desenvolvimento e na defesa dos vegetais contra patógenos (Fonseca *et al.* 2016). Ainda, os flavonoides encontrados no saburá podem ser considerados compostos importantes para auxiliar na averiguação da origem floral do pólen coletado, podendo assim ser um parâmetro relevante como marcador de denominação de origem floral (Zhou *et al.* 2015). Para flavonóides totais encontrou-se neste estudo um valor de 760 mg EQ/g.

A neutralização dos radicais livres é importante, pois esses radicais promovem distúrbios moleculares que podem causar diversas doenças (Amâncio 2014). Segundo Soares (2002) radicais livres são caracterizados como íons ou átomos que possuem um ou mais elétrons desemparelhados no orbital externo, sendo muito reativos. Por outro lado, uma substância com capacidade antioxidante é a que mesmo em pequena concentração quando comparada ao substrato oxidável, minimiza ou extingue o dano oxidativo.

Costa & Toro (2020) em estudo com pólen de abelhas sem ferrão no estado do Pará encontraram 1221 mg/100g de compostos fenólicos totais e 40 μ M de Trolox/g de capacidade antioxidante, resultado inferior ao observado neste estudo 1.840 mg EAG/g e 2.139,66 μ M de Trolox/g, respectivamente. Lopes *et al.* (2020) obtiveram $87,29 \pm 0,06$ μ g/mL de capacidade antioxidante para a espécie *Scaptotrigona affinis postica* no estado do Maranhão. Rebelo (2011) avaliou capacidade antioxidante do pólen das espécies *Melipona seminigra* e *Melipona interrupta* e constatou que para a primeira espécie houve potencial antioxidante enquanto para a segunda espécie não foi observado esse potencial. Este achado mostra a particularidade de cada espécie de abelha sem ferrão.

Variações nas determinações de compostos fenólicos no saburá analisado podem estar associadas à diferenciação que ocorre na composição química do pólen coletado pelas abelhas, bem como outros fatores podem estar relacionados, tais como: variações sazonais, espécie da abelha, entre outros (Rasheed *et al.* 2012), até condições de coleta e conservação.

A análise do teor de vitaminas do saburá ainda é escassa. Neste trabalho, observou-se

um teor de vitamina C de 0,102 mg/g, um teor consideravelmente baixo com base na legislação vigente (45 mg) (Anvisa 2005). Mohammad *et al.* (2020) encontrou no saburá da abelha *Heterotrigona itama* uma média de 0,1108 mg de vitamina C/g. Como a vitamina C é instável, alguns fatores, como o método de preservação, parâmetro de secagem e idade e condição de armazenamento, precisam ser otimizados, pois demonstraram afetar o conteúdo de vitamina no saburá (Almeida-Muradian *et al.* 2005, Melo & Almeida-Muradian 2010). Existe uma relação entre as vitaminas e fatores externos por exemplo, origem botânica, tipo de solo e clima também são sugeridos para influenciar a vitamina C no saburá (Amâncio 2014, Oliveira *et al.* 2009).

A localização geográfica, condições edafoclimáticas e fontes botânicas são responsáveis pela qualidade físico-química e biológica do saburá. De acordo com Denisow & Denisow-Pietrzyk (2016) o pólen é um alimento estocado pelas abelhas com alto valor nutritivo e funcional; com potencial fármaco, alimentar e industrial (Bárbara *et al.* 2015). As informações sobre o pólen coletado pelas abelhas sem ferrão, ainda são poucas difundidas, devido às diversidades das espécies das abelhas e da vegetação, clima e solo dos ecossistemas distribuídos no Brasil e mundo. Desta forma, sua comercialização ainda é informal (Mendonça Neto *et al.* 2021).

As características químicas do saburá produzido pelas abelhas *Scaptotrigona* spp., observadas nesta pesquisa, indicam um produto com potencial nutricional e funcional que venha favorecer a saúde e bem-estar.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste pelo espaço disponibilizado para a análise.

A Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Fundetec pelo espaço disponibilizado para realização de análises.

Ao meliponicultor Fábio, pela disponibilidade de amostras de saburá.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Edilaine Perusso foi responsável pela coleta, análises físico-químicas, liofilização, interpretação dos dados e elaboração do artigo. Rhamon Antonio Martini, foi responsável pela análise de compostos bioativos e atividade antioxidante. Izadora Andreoni, foi responsável pelas análises físico-químicas. Loana Simionato Moraes, foi responsável pela análise da determinação e liofilização da vitamina C. Suzana Bender, foi responsável pela coleta, liofilização, curvas padrão e interpretação dos dados. Luciana Bill Mikito Kottwitz, responsável pela análise e interpretação dos dados, planejamento e revisão do artigo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA-MURADIAN LB, PAMPLONA LC, COIMBRA S & MONIKABARTH O. 2005. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *J of Food Comp and Anal* 18(1): 105-111.

ALVES RMO, SODRÉ GS & CARVALHO CAL. 2018. Chemical, Microbiological, and Palynological Composition of the “Samburá” *Melipona scutellaris* Pot-Pollen. *Pot-Polen in Stingless Bee Melittology* 25: 349-360. DOI 10.1007/978-3-319-61839-5_25

ALVES RF & SANTOS FAR. (2018). Análise volumétrica do pólen de *Attalea funifera* Mart. (Arecaceae) em amostras de pólen apícola do litoral do baixo sul da Bahia, Brasil. *Paubrasilia* 1(2): 5–11. <https://doi.org/10.33447/paubrasilia.v1i2.14>.

AMÂNCIO DCPG. 2014. Compostos bioativos do pólen. Dissertação de Mestrado em Química Farmacêutica Industrial. Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra.

ANVISA. 2005. Resolução RDC nº269, de 22 de setembro de 2005. Disponível em:

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0269_22_09_2005.html. Acesso em: 24 maio 2022.

BÁRBARA MS, MACHADO CS, SODRÉ GS, DIAS LG, ESTEVINHO LM & CARVALHO CAL. 2015. Microbiological Assessment, Nutritional Characterization and Phenolic Compounds of Bee Pollen from *Melipona mandacaia* Smith, 1983. *Molecules* 20: 12525-12544.

BÁRBARA MFS, MACHADO CS, SODRÉ GS, SILVA FL & CARVALHO CAL. 2018. Microbiological and physicochemical characterization of the pollen stored by stingless bees. *Braz J Food Technol* 21: e2017180.

BARRETO LMRC, FUNARI SRC & ORSI RO. 2005. Composição e qualidade do pólen apícola proveniente de sete estados brasileiros e do Distrito Federal. *Boletim da Indústria Animal* 62:167-175.

BRASIL. 2001. Instrução Normativa SDA nº 03, de 19 de janeiro de 2001 - Regulamento Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geleia Real, Geleia Real Liofilizada, Polén Apícola, Propólis e Extrato de Propólis.

CARPES STPA, MORENO IAM, MOURÃO GB, ALENCAR SM & MASSON ML. 2008. Avaliação do potencial antioxidante do pólen apícola produzido na região sul do Brasil. *Quim Nov* 31(7): 1660-1664.

COSTA IF & TORO MJU. 2020. Capacidade antioxidante dos compostos fenólicos presentes em cerume, própolis e pólen de abelhas sem ferrão produzidos em Nova Timboteua, no estado do Pará. In: *Prática e pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos 2* [recurso eletrônico]. Ponta Grossa, PR: Atena.

DENISOW B & DENISOW-PIETRZYK M. (2016). Biological and therapeutic properties of bee pollen: a review. *J Scien Food and Agricul* 96(13): 4303–4309. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7729>.

FERREIRA RC. 2012. Avaliação das características físico-químicas e microbiológicas do pólen da *Melipona scutellaris Latreille* submetido a diferentes processos de desidratação. Dissertação. Univ Fed Ba, Salvador.

FONSECA KZ, PRAZERES AGM, LIMA CLB, SANTOS IP & PAMPONET JSS. 2016. Perguntas mais frequentes sobre flavonoides. Univ Fed Rec Ba, Cruz das Almas, Bahia.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos

Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 4ed. São Paulo: IAL. Vol. 1 p. 533.

KALAYCIOĞLU Z, KAYGUSUZ H, DÖKER S, KOLAYLI S & ERIM FB. 2017. Characterization of Turkish honeybee pollens by principal component analysis based on their individual organic acids, sugars, minerals, and antioxidant activities. *LWT - Food Scien Technol* 84:402-408.

KAPLAN M, KARAOĞLU O, EROĞLU N & SILICI S. 2016. . Fatty acid and proximate composition of bee bread. *Food Technol. Biotechnol* 54(4):497-504.

KOSER JR, BARBIÉRI C & FRANCOY TM. 2020. Legislação sobre meliponicultura no Brasil: demanda social e ambiental. *Sustainability in Debate - Brasília* 11(1): 179-194.

LOPES AJO, VASCONCELOS CC, GARCIA JBS, PINHEIRO MSD, PEREIRA FAN, CAMELO DS, MORAIS SV, FREITAS JRB, ROCHA CQ, RIBEIRO MNS et al. 2020. Anti-Inflammatory and Antioxidant Activity of Pollen Extract Collected by *Scaptotrigona affinis postica*: in silico, in vitro, and in vivo Studies. *Antiox* 9(2): 103-121.

MARCUCCI MC, WOISKY RG & SALATINO A. 1998. Uso de cloreto de Alumínio na quantificação de flavonoides em amostras de própolis. Faculdade de Farmácia da Universidade de São Paulo. *Rev Mens Doce* 46, maio.

MARTINS MC, MORGANO MA, VICENTE E, BAGGIO SR & RODRIGUEZAMAYA D B. 2011. Physicochemical composition of bee pollen from eleven Brazilian states. *Journal of Apicultural Science* 55:107-116.

MELO ILP & ALMEIDA-MURADIAN LB. 2010. Stability of antioxidants vitamins in bee pollen samples. *Quim Nova* 33(3): 514-518.

MENDONÇA NETO JSN, XAVIER NTB, PIRES AP, VINHOLTE BP & GALVÃO AT. 2021. Samburá: O alimento fermentado das abelhas sem ferrão na sua mesa. *PUBVET* 15(12): 1-8.

MOHAMMAD SM, MAHMUD-AB-RASHID N-K & ZAWAWI N. 2020. Botanical Origin and Nutritional Values of Bee Bread of Stingless Bee (*Heterotrigona itama*) from Malaysia. *J of Food Qual* 2020: Article ID 2845757 12. <https://doi.org/10.1155/2020/2845757>

MOHAMMAD SM, MAHMUD-AB-RASHID N-K & ZAWAWI N. 2021. Stingless Bee-Collected Pollen (Bee Bread): Chemical and Microbiology Properties and Health Benefits. *Molecules* 26(4):1-29.

NACZK M & SHAHIDI F. 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. *Jour of*

Chrom A 1054(1-2): 95–111. doi:10.1016/j.chroma.2004.08.059

OLIVEIRA KCLS, MORIYA M, AZEDO RAB, ALMEIDA-MURADIAN LB, TEIXEIRA EW, ALVES MLTM & MORETI ACCC. 2009. Relationship between botanical origin and antioxidants vitamins of bee-collected pollen. *Quim Nova* 32(5):1099-1102.

OLIVEIRA RG, JAIN S, FREITAS LS & ARAÚJO ED. 2019. Phenolic compound, nutritional and antioxidant profile of pollen collected by the genus *Melipona* in North Eastern Brazil. *Braz J of Food Technology* 22: e2018079.

PARANÁ. 2017. Lei N° 19152 DE 02/10/2017. Dispõe sobre a criação, o manejo, o comércio e o transporte de abelhas sociais nativas (meliponíneos). Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=351023>>. Acesso em: 06 de out. de 2021.

PEDRO SRM. 2014. The Stinging Bee Fauna In Brazil (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology: An Int Jor on Soc Ins* 61(4): 348-354.

PINHEIRO FM, COSTA CVPN, BAPTISTA RC, VENTURIERI GC & PONTES MAN. 2007. Pólen de abelhas indígenas sem ferrão *Melipona fasciculata* e *Melipona flavolineata*: caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60389/1/polen-de-abelhas-indigenas-sem-ferrao-melipona.pdf>. Acesso em: 20 mai 2022.

RASHEED NM, NAGAI AH K, GOUD PR & SHARMA VUM. 2012. Chemical marker compounds and their essential role in quality control of herbal medicines. *Annals of Phytomedicine* 1:1-8.

RE R, PELLEGRINI N, PROTEGGENTE A, PANNAL A, YANG M & RICEEVANS C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad Biol and Med* 26(9-10): 1231-1237. doi:10.1016/s0891-5849(98)00315-3

REBELO KS. 2011. Caracterização química, físico-química e espectroscópica do pólen coletado por abelhas sem ferrão amazônicas. Universidade Federal do Amazonas. Dissertação, Manaus.

REBELO KS, CAZARIN CBB, IGLESIAS AH, STAHL MA, KRISTIANSEN K, CARVALHO-ZILSE GA, GRIMALDI R, REYES FG, DANNESKIOLD-SAMSØE NB & JÚNIOR MRM. 2021. Nutritional composition and bioactive compounds of *Melipona seminigra* pot-pollen from Amazonas, Brazil. *J Sci Food Agric* 101(12): 4907-4915.

RUFINO MDSM, ALVES RE, BRITO ES, MORAIS SM, SAMPAIO CDG, PÉREZ-

JIMENEZ J & SAURA-CALIXTO FD. 2007. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS^{o+}. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical 4 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 128).

RZEPECKA-STOJKO A, STOJKO J, KUREK-GÓRECKA A, GÓRECKI M, KABAŁA-DZIK A, KUBINA R, MOŹDZIERZ A & BUSZMAN E. 2015. Polyphenols from Bee Pollen: Structure, Absorption, Metabolism and Biological Activity. *Mol* 20(12): 21732-21749.

SHAHIDI F & NACZK M. 1995. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: Technomic.

SINGLETON VL, ORTHOFER R & LAMUELA-RAVENTÓS RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* 299: 152–178. doi:10.1016/s0076-6879(99)99017-1

SOARES SE. 2002. Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Rev Nutr Campinas* 15(1): 71-81.

SOBRINHO T, SILVA C, NASCIMENTO J, MONTEIRO J, ALBUQUERQUE U & AMORIM E. 2008. Validação de metodologia espectrofotométrica para quantificação dos flavonóides de *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steudel. *Rev Bras Ciên Farm* 44: 683-689.

SOUZA CM. 2019. Caracterização do “samburá” de duas espécies de abelhas sociais manejadas no bioma mata atlântica. 72 f. Dissertação, Cruz das Almas – Bahia.

VÁSQUEZ A & OLOFSSON TC. 2009. The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *Jl of Apic Res* 48(3): 189–195. doi:10.3896/ibra.1.48.3.07.

VIEIRA, L. M. 2011. Caracterização química e capacidade antioxidante in vitro do coco babaçu (*Orbignya speciosa*). 93 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Univers Fed do Piauí, Teresina.

VILLAS-BÔAS J. 2012. Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil 96 p. (Série Manual Tecnológico)

VIT P, SANTIAGO B, PEDRO-SILVA RM, JAVIER R, FAVIAN M, PEÑA-VERA M & PEREZ-PEREZ E. 2016. Chemical and bioactive characterization of pot-pollen produced by *Melipona* and *Scaptotrigona* stingless bees from Paria Grande, Amazonas State, Venezuela. *Emir. J. Food Agric* 28(2): 78-84.

ZHOU J, QI Y, RITHO J, ZHANG Y, ZHENG X, WU L & SUN L. 2015. Flavonoid glycosides

as floral origin markers to discriminate of unifloral bee pollen by LC–MS/MS. Food Control 57:54-61.

LEGENDAS DAS FIGURAS

FIGURA 1. Curva de calibração do padrão ácido gálico.

FIGURA 2. Curva de calibração do padrão Quercetina.

FIGURA 3. Curva de calibração do padrão Trolox.

Anexo 1 – Normas da revista.

Instructions to authors

The journal Anais da Academia Brasileira de Ciências from 2012 onwards only considers online submissions. Once you have prepared your manuscript according to the instructions below, please visit the new, improved online submission website at <https://mc04.manuscriptcentral.com/aabc-scielo>. Please read these instructions carefully and follow them strictly. In this way you will help ensure that the review and publication of your paper are as efficient and quick as possible. The editors reserve the right to return manuscripts that are not in accordance with these instructions. Papers must be clearly and concisely written in English.

Aim and editorial policy

All submitted manuscripts should contain original research not previously published and not under consideration for publication elsewhere. The primary criterion for acceptance is scientific quality. Papers should avoid excessive use of abbreviations or jargon, and should be intelligible to as wide an audience as possible. Particular attention should be paid to the Abstract, Introduction, and Discussion sections, which should clearly draw attention to the novelty and significance of the data reported. Failure to do this may result in delays in publication or rejection of the paper. Articles accepted for publication become property of the journal.

Texts can be published as a review, a full paper (article) or as a short communication. Issues appear in March, June, September and December.

Types of Papers

Reviews

Reviews are published by invitation only and still have to undergo our peer review process. However, a proposal for a Review may be submitted via e-mail to our editorial staff (aabc@abc.org.br). The e-mail should state the topics and authors of the proposed review, as well as the abstract, academy section and the justification why the topic is of particular interest to the field.

The AABC allows authors to deposit preprints of their submission in community preprint servers such as ArXiv.org and bioRxiv.org. However, the authors must updated their entries expressly acknowledging that the article has been accepted/published by AABC.

Letters to the Editor

Letters to the Editor will be subjected to editing and revision and should not contain material that has been submitted or published elsewhere. Letters in reference to an article published by the AABC should not exceed 250 words (excluding references), and must be received within four weeks after online publication of the article. Letters not related to an article published by the AABC should not exceed 500 words (excluding references). A letter can have no more than ten references and one figure or table.

Articles

Whenever possible the articles should be subdivided into the following parts: 1. Front Page; 2. Abstract (written on a separate page, 200 words or less, no abbreviations); 3. Introduction; 4. Materials and Methods; 5. Results; 6. Discussion; 7. Acknowledgments, if applicable; 8. Author Contributions (when the paper has more than one author); 9. References. 10. Figure legends, if applicable. Articles from some areas such as Mathematical Sciences should follow their usual format. In some cases, it may be advisable to omit part (4) and to merge parts (5) and (6). Whenever applicable, the Materials and Methods section should indicate the Ethics Committee that evaluated the procedures for human studies or the norms followed for the maintenance and experimental treatments of animals.

Short communications

Short communications aim to report a **concise, but important contribution on research**, which has progressed to the stage when it is considered that results should be publicized to other workers in the field. A short communication should also have an Abstract (100 words or less), a short introduction (up to 200 words) and should not exceed 1,500 words. Tables and Figures may be included but the text length should be proportionally reduced. This section of the AABC should contain extremely relevant contributions and competition is very high.

After the first screening, the articles will be evaluated by at least two reviewers, them being from educational and/or national and international research institutions, with proven scientific production. After due corrections and possible suggestions, the paper may be accepted or rejected, considering the reviews received.

We use the integrated Crossref Similarity Check program to detect plagiarism.

There are no APC and submission charges in the AABC.

Preparation of manuscripts

All parts of the manuscript should be double-spaced throughout. After acceptance, no changes will be made in the manuscript so that proofs require only corrections of typographical errors. The authors should send their manuscript in electronic version only.

Length of manuscript

While papers may be of any length required for the concise presentation and discussion of the data, succinct and carefully prepared papers are favored both in terms of impact as well as in readability. They must not, however, exceed 50 pages, including all items (figures, tables, references, etc...), unless previously agreed with the Editor-in-Chief.

Title page

The title page of the manuscript should present the following items: 1. Title of the article (the title should be up to 150 characters including spaces, and informative to a broad scientific community); do not include abbreviations in the title. 2. Full name(s) of all author(s); use superscript numbers right after each author name to indicate the affiliation; 3. Professional address and [ORCID](#) of all authors, including Department and Institution name, street name and number, ZIP/Postal code, City, State and Country; 4. Key words (four to six in alphabetical order separated by commas); 5. Running title (a short version of the title, up to 50 characters including spaces); 6. Academy Section to which the content of the work belongs; 7. Name, address, phone number, e-mail of the correspondent author, including to whom all correspondence and proofs should be sent to (please indicate the corresponding author with an * after the name). Should any of these requirements not be met, we may unsubmit your paper and ask for corrections.

Abstract

The abstract must contain no more than 200 words and present the main findings of the article, including a brief introduction, the objectives of the work and a conclusion based on the presented findings. If the authors are submitting an invited/authorized review, the abstract must introduce the main theme of the review and explicit the contribution of the revision to the field. References should not be included in the abstract.

Manuscript text

All text should be written in double-space using 12-point Times New Roman or equivalent typeface. Please organize, whenever possible, the text into the following parts: 1. Title Page; 2. Abstract (written on a separate page, 200 words or less, no abbreviations); 3. Introduction; 4. Materials and Methods; 5. Results; 6. Discussion; 7. Acknowledgments, if applicable; 8. Author contributions, when there is more than one author, explaining briefly how each author has contributed for the paper 9. References. 10. Figure and table legends, if applicable.

Articles from some areas such as Mathematical Sciences should follow their usual format. In some cases it may be advisable to omit part (4) and to merge parts (5) and (6). Whenever applicable, the Materials and Methods section should indicate the Ethics Committee that evaluated the procedures for human studies or the norms followed for the maintenance and experimental treatments of animals. All procedures must be described in detail. Use American English style to write the text. Chemical names should be provided according to IUPAC, and strains of organisms should be specified. Provide names of reagents and/or equipment suppliers. Use units and symbols according to Bureau International des Poids et Mesures (SI) symbols whenever possible.

Acknowledgments

These should be included at the end of the text. Personal acknowledgments should precede those of institutions or agencies. Footnotes should be avoided; when necessary they must be numbered. Acknowledgments to grants and scholarships, and of indebtedness to colleagues as well as mention to the origin of an article (e.g. thesis) should be added to the Acknowledgments section. Include the full name of the funding agency, country, and funded project number (if applicable).

Abbreviations

These should be defined at their first occurrence in the text, except for official, standard abbreviations. Units and their symbols should conform to those approved by the Bureau International des Poids et Mesures (SI).

Figure Legends

This information must be provided at the end of the manuscript, after the abbreviations. All figures must contain a descriptive legend. The legend must contain an introductory sentence that describes the main findings. All panels (if applicable) must be identified in the figure legend by lower case letters (1a, 2a, 2b, 3c, 3d, etc.). When presenting error bars, please inform if a number that follows the \pm sign is a standard error of mean (SEM) or a standard deviation of mean (SD). Or include in the legend if the presented result is representative of N individual experiments.

Tables

Each table should have a brief title above it. Table footnotes should be placed below the table. Tables have to be cited in the paper in Roman numerals (Table I, Table II, Tables IV and V, etc.). Tables must be submitted as separate files in editable format, preferably as *.doc or *.docx file.

Figures

Only high-quality figures will be accepted (minimum of 300 dpi). All illustrations will be considered figures including drawings, graphs, maps, photographs, etc. Their tentative placement in the text should be indicated and all figures must be cited with their respective number along the text. Figures should be sent according to the following specifications: 1. Drawings and illustrations should be in format .PS/.EPS or .CDR (PostScript or Corel Draw) and never be inserted in text; 2. Images or figures in grayscale should be in format .TIF and never be inserted in text; 3. Each figure should be saved and sent in a separate file; 4. Figures should, in principle, be submitted at the size they are to appear in the journal, i.e., 8 cm (one column) or 16.2 cm (two columns) wide, with maximal height for each figure and respective legend smaller than or equal to 22 cm.

The legends to the figures should be sent double-spaced on a separate page. Each linear dimension of the smallest characters and symbols should not be less than 2 mm after reduction. Colored figures are accepted just as much as b/w ones, but up to 5 black and white figures are free of charge, while every colored figure will be charged, due communication will be made in the production phase (after the evaluation process), should the author want them colored as well in the printed version. For the purpose of counting black and white figures, tables occupying two thirds of the page or having more than 12 columns or 24 rows will be considered b/w figures; 5. Manuscripts on Mathematics, Physics or Chemistry may be typesetted in TEX, AMS-TEX or LaTeX; 6. Manuscripts without mathematical formulae may be sent in .RTF or doc/docx for Windows.

References

Authors are responsible for the accuracy of the References. Published articles and those in press may be included. Personal communications (Smith, personal communication) must be authorized in writing by those involved. References to thesis, meeting abstracts (not published in indexed journals) and manuscripts in preparation or submitted, but not yet accepted, should be cited in the text as (Smith et al., unpublished data) and should NOT be included in the list of references.

The references should be cited in the text as, for example, 'Smith 2004', 'Smith & Wesson 2005' or, for three or more authors, 'Smith et al. 2006'. Two or more papers by the same author(s) in the same year should be distinguished by letters, e.g. 'Smith 2004a', 'Smith 2004b' etc. Letters should also distinguish papers by three or more authors with identical first author and year of publication. References should be listed according to the alphabetical order of the first author, always in the order SURNAME XY in which X and Y are initials. If there are more than ten authors, use et al. after the first author. References must contain the title of the article. Names of the journals should be abbreviated without dots or commas. For the correct abbreviations, refer to lists of the major databases in which the journal is indexed or consult the World List of Scientific Periodicals. The abbreviation to be used for the Anais da Academia Brasileira de Ciências is An Acad Bras Cienc. The following examples are to be considered as guidelines for the References.

REFERENCES

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P & LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the areas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, DELAND-SHEER E, GIUFFRIDA R & CESARO P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre structures centrales. *An Acad Bras Cienc* 56: 371-383.

KNOWLES RG & MONCADA S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. *Biochem J* 298: 249-258.

PINTO ID & SANGUINETTI YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. *An Acad Bras Cienc* 56: 207-215.

Books and book chapters

DAVIES M. 1947. *An outline of the development of Science*. Thinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER CONFERENCE, 5., Philadelphia. *Proceedings ...*, Philadelphia: J. B. Lippincott, p. 97-104.

UYTENBOGAARDT W & BURKE EAJ. 1971. *Tables for microscopic identification of minerals*, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

WOODY RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of polypeptides: contributions of B-turns. In: BLOUTS ER ET AL. (Eds), *Peptides, polypeptides and proteins*, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.

<fim/app/opac/webapp/.../data/pages/aabc/iinstruc.htm>

Anexo 2 – Comprovante de submissão do artigo.

 Anais da Academia Brasileira de Ciências Home Author

Submission Confirmation

 Print

Thank you for your submission

Submitted to

Anais da Academia Brasileira de Ciências

Manuscript ID

AABC-2022-0483

Title

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS AND BIOACTIVE COMPOUNDS OF SCAPTOTRIGONA SP BEE POLLEN (SABURÁ).

AuthorsPerusso, Edilaine
MARTINI, RHAMON ANTONIO
ANDREONI, IZADORA
MORAES, LOANA SIMONATO
BENDER, SUZANA
KOTTWITZ, LUCIANA BILL MIKITO**Date Submitted**

26-May-2022

[Author Dashboard](#)

Annals of the Brazilian Academy of Sciences - Manuscript ID AABC-2022-0483

Daniel Sant'Anna <onbehalf@manuscriptcentral.com>

Qui, 26/05/2022 16:39

Para: edilaineperusso@hotmail.com <edilaineperusso@hotmail.com>

Cc: edilaineperusso@hotmail.com <edilaineperusso@hotmail.com>; rhamon.martini@gmail.com

<rhamon.martini@gmail.com>; loanasimionatomorais@hotmail.com

<loanasimionatomorais@hotmail.com>; suzanabender@hotmail.com

<suzanabender@hotmail.com>; lukottwitz@yahoo.com.br <lukottwitz@yahoo.com.br>

26-May-2022

Dear Mrs. Perusso:

Your manuscript entitled "PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND BIOACTIVE COMPOUNDS OF SCAPTOTRIGONA SP BEE POLLEN (SABURÁ)." has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the Annals of the Brazilian Academy of Sciences.

Your manuscript ID is AABC-2022-0483.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <https://mc04.manuscriptcentral.com/aabc-scielo> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc04.manuscriptcentral.com/aabc-scielo>.

Thank you for submitting your manuscript to the Annals of the Brazilian Academy of Sciences.

Sincerely,

Annals of the Brazilian Academy of Sciences Editorial Office