

Composição físico-química do saburá de abelhas sem ferrão

Suzana Bender^{1*}; Loana Simionato Moraes¹; Mariana Caroline Miorando¹; Ralpo Rinaldo dos Reis¹

¹Curso de Farmácia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel (PR).

*suzanabender@hotmail.com

Resumo: O saburá é uma mistura de pólen com enzimas das abelhas, após fermentação na colmeia, e é rico em diversos nutrientes. O objetivo deste trabalho foi caracterizar e comparar a composição físico-química do saburá produzido pelas abelhas sem ferrão *Melipona quadrifasciata* e *Scaptotrigona* sp. na primavera e no verão. As amostras de saburá foram coletadas no período de novembro de 2021 a fevereiro de 2022. A determinação do pH e da acidez livre foi realizada com auxílio de pHmetro e titulação com solução de hidróxido de sódio, respectivamente. A quantificação da vitamina C foi realizada utilizando o método de Tillmans. O teor de minerais foi determinado utilizando digestão nitroperclórica e Espectrometria de Absorção Atômica. Os resultados apresentaram variações conforme a estação e a espécie de abelha estudada. As amostras da espécie *Melipona quadrifasciata* apresentaram menor pH e maior acidez livre, que variou significativamente de acordo com o período de coleta. As maiores quantidades de vitamina C foram observadas no saburá da espécie *Scaptotrigona* sp., assim como as maiores concentrações de cálcio, enquanto o cobre, manganês e zinco foram maiores nas amostras de saburá da abelha *Melipona quadrifasciata*. O ferro e o magnésio não apresentaram variações significativas de acordo com a estação do ano ou espécie de abelha, sendo esses os minerais predominantes, juntamente com o cálcio. O perfil mineral e as quantidades de vitamina C encontradas sugerem que o saburá das abelhas sem ferrão pode vir a ser utilizado na nutrição humana e na indústria farmacêutica.

Palavras-chave: meliponíneos; pólen; vitamina C; minerais.

Physicochemical composition of stingless bees saburá

Abstract: Pollen is a mixture of pollen grains and enzymes from bees. After fermentation in the hive, it becomes "saburá," rich in various nutrients. The objective of this study was to characterize and compare the physicochemical composition of saburá produced by stingless bees *Melipona quadrifasciata* and *Scaptotrigona* sp. during spring and summer. Saburá samples were collected from November 2021 to February 2022. The pH and free acidity determination were performed using a pH meter and titration with sodium hydroxide solution, respectively. Vitamin C quantification was carried out using the Tillmans method. Mineral content was determined through nitroperchloric digestion and Atomic Absorption Spectrometry. Results exhibited variations according to season and bee species. *Melipona quadrifasciata* samples showed lower pH and higher free acidity, which significantly varied with the collection period. Higher amounts of vitamin C were observed in *Scaptotrigona* sp. saburá, as well as greater concentrations of calcium, copper, manganese, and zinc were more abundant in *Melipona quadrifasciata* saburá samples. Iron and magnesium did not significantly vary with the season or bee species, remaining the predominant minerals, along with calcium. The mineral profile and vitamin C quantities found suggest that stingless bee saburá could potentially be used in human nutrition and the pharmaceutical industry.

Keywords: meliponines; pollen; vitamin C; minerals

Introdução

O manejo de abelhas se divide em duas principais áreas: apicultura, que envolve abelhas com ferrão da espécie *Apis mellifera*, e meliponicultura, que se concentra em abelhas sem ferrão, conhecidas como Meliponíneos (SILVA, 2014). A meliponicultura, direcionada à criação racional dessas abelhas, tem demonstrado potencial tanto do ponto de vista econômico quanto ecológico. No Brasil, as condições climáticas quentes e a rica flora, que fornece néctar, pólen e resina ao longo do ano, favorecem a criação de abelhas meliponíneas, contribuindo para a preservação ambiental e a geração de renda (FREITAS *et al.*, 2020).

Os meliponíneos desempenham um papel de destaque na polinização de plantas nativas do Brasil devido às suas características biológicas e comportamentais. Pertencendo à Família Apidae e à Subfamília Meliponinae, com gêneros notáveis como *Trigona*, *Scaptotrigona* e *Melipona*, essas abelhas, conhecidas como abelhas sem ferrão devido à atrofia do ferrão, possuem colônias populosas que têm a capacidade de explorar uma ampla variedade de flores, tornando-as polinizadoras generalistas (SILVA e PAZ, 2012).

A *Melipona quadrifasciata*, uma espécie de abelha sem ferrão com ampla distribuição na região Neotropical do Brasil, é popularmente conhecida como mandaçaia. Essa nomenclatura origina-se de uma palavra indígena que significa "bela vigilante", destacando a constante atividade de guarda na entrada de sua colmeia. No contexto brasileiro, a mandaçaia é uma das abelhas sem ferrão mais criadas por meliponicultores (JAFFÉ *et al.*, 2015).

O gênero *Scaptotrigona* abriga abelhas denominadas "canudo" devido à característica de formato de funil na entrada de seus ninhos, formada por cerume e variando em tamanho conforme a espécie. Estas abelhas são defensivas e empregam uma variedade de mecanismos de autodefesa, como enrolar-se nos cabelos e pelos, mordiscar a pele com a mandíbula e secretar resinas vegetais ou substâncias cáusticas para combater os invasores (OLIVEIRA *et al.*, 2013; VOSSLER, 2012).

Apesar da predominância da apicultura, a meliponicultura é popular no Brasil, especialmente nas regiões norte e nordeste. Os produtos obtidos das abelhas sem ferrão incluem mel, saburá e geoprópolis, com um histórico de valorização econômica desses produtos no país (SILVA e PAZ, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

O saburá, também conhecido como samora, samburá ou pólen de pote, é o resultado da aglutinação de diversos tipos de grãos de pólen, originários de várias espécies de plantas, que são combinados com a saliva da abelha e submetidos a um processo de fermentação. As abelhas coletam esses grãos de pólen dos estames das flores, armazenando-os nas corbículas e,

posteriormente, depositam-nos nos potes de alimento na colmeia, onde ocorre a fermentação. Durante o armazenamento, as abelhas manipulam o pólen com suas mandíbulas, adicionando secreções das glândulas mandibulares e hipofaríngeas. Além disso, microrganismos essenciais para o processo fermentativo, como bactérias dos gêneros *Bacillus* e *Streptomyces*, bem como leveduras dos gêneros *Candida* e *Starmerella*, são incorporados aos potes de alimento (BRAND, 2011; MENEZES *et al.*, 2013).

A fermentação do saburá desempenha um papel crucial em sua conservação, uma vez que o processo gera acidez, inibindo o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais às colmeias e permitindo o uso durante períodos de escassez de alimentos (FREITAS *et al.*, 2020; PIRES *et al.*, 2021).

O saburá é composto por todos os aminoácidos essenciais, sais minerais e vitaminas B, C, D, E, H, além de diversas enzimas, bem como um teor elevado de flavonoides e polifenóis (MELO e ALMEIDA-MURADIAN, 2010; LOPES *et al.*, 2020). As vitaminas desempenham um papel muito importante para as abelhas, afetando fatores como o metabolismo, desenvolvimento, respiração celular, pigmentação e coloração do tegumento. A presença da vitamina C no saburá influencia o crescimento larval e atua como antioxidante, contribuindo para a preservação dos nutrientes e a saúde das colônias (PEREIRA *et al.*, 2014).

Minerais como potássio, ferro, fósforo e magnésio são essenciais para o desenvolvimento adequado das colônias de abelhas, além de outros elementos como cálcio, cobre, zinco e sódio. Tais elementos atuam como co-fatores enzimáticos, no balanço iônico, na permeabilidade de membranas. Também atuam como antimicrobianos, ao se complexarem com compostos fenólicos, e como antioxidantes (PAULINO, 2013; BARROS, 2018).

Esta composição é variável devido a uma série de fatores, como a espécie da abelha, a planta de origem, a estação do ano e outros elementos ambientais (DENISOW E DENISOW-PIETRZYK, 2016). Essa diversidade confere ao saburá propriedades benéficas à saúde humana, tais como atividade antioxidante, antifúngica, antimicrobiana, fortificante e imunomoduladora, que promovem o bem-estar e a vitalidade (MELO E ALMEIDA-MURADIAN, 2010; LOPES *et al.*, 2020).

A maioria dos estudos realizados que visam caracterizar o pólen de abelha tiveram como foco principal o pólen produzido pela abelha *Apis mellifera*. Pesquisas sobre o pólen fermentado pelos meliponíneos ainda são escassas. Nota-se também a ausência de uma regulamentação que defina padrões de qualidade para a comercialização do saburá produzido pelas abelhas sem ferrão (FERREIRA, 2012; VIT *et al.*, 2016). Dessa forma o objetivo deste trabalho foi

caracterizar e comparar a composição físico-química do saburá produzido pelas abelhas sem ferrão *Melipona quadrifasciata* e *Scaptotrigona* sp. na primavera e verão.

Material e Métodos

Coleta das amostras

As amostras de saburá de abelhas da espécie *Scaptotrigona* sp. foram coletadas no município de Cascavel/PR, no meliponário que se situa na latitude de 24°49'02.3"S e longitude de 53°38' 35.4"O. Já as amostras de saburá produzidas pela espécie *Melipona quadrifasciata* foram coletadas no município de Palotina/PR, no meliponário localizado na latitude de 24°16'04.5"S e longitude de 53°52' 38.2"O. As coletas foram realizadas uma vez ao mês no período de novembro de 2021 a fevereiro de 2022, totalizando 4 coletas para cada espécie de abelha. Os meses de novembro e dezembro representaram a estação da primavera, enquanto janeiro e fevereiro representaram o verão.

A coleta e o armazenamento foram realizados conforme Ferreira (2012), com algumas modificações. Em ambos os meliponários foram coletadas cargas de saburá de quatro colmeias e armazenadas em potes de vidro fechados, posteriormente acondicionados em caixa de isopor, com material congelante reutilizável para conservação até o laboratório. O material coletado foi pesado, homogeneizado e congelado em congelador *frost-free* a aproximadamente -24 °C até o momento da desidratação, que foi realizada através de secagem em estufa a 42 °C ou liofilização.

pH e acidez livre

As análises de pH e acidez foram realizadas de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando as amostras liofilizadas. Foi pesado 1 g da amostra em béquer de 250 mL e dissolvida em 75 mL de água destilada livre de dióxido de carbono (CO₂). Posteriormente foi inserido o eletrodo do pHmetro na solução da amostra para a determinação do pH. Em seguida, ainda com o auxílio do pHmetro, a amostra foi titulada com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,050 mol.L⁻¹ até o pH de 8,5 para a determinação da acidez livre. Também foi preparado o branco apenas com água e a análise conduzida da mesma forma. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em mEq kg⁻¹ de saburá.

Quantificação de Vitamina C

A quantificação da vitamina C (ácido ascórbico) foi realizada através o método de Tillmans, conforme proposto por Oliveira *et al.* (2009), com algumas adaptações. Foram utilizadas as amostras de saburá provenientes da secagem em estufa a 42 °C. Primeiramente o ácido ascórbico foi extraído do saburá através da centrifugação de 5 g da amostra com 25 mL de solução de ácido metafosfórico e ácido acético em água (3 % ácido metafosfórico e 8 % ácido acético), a 3000 rpm por 30 min, sendo o sobrenadante recolhido em balão volumétrico de 50 mL. O resíduo da centrifugação foi homogeneizado com nova porção da solução ácida e foi realizado novamente o processo de centrifugação e recolhimento do sobrenadante no balão volumétrico. Após estes procedimentos foi feita uma titulação utilizando o 2-6-diclorofenol-indofenol (DCFI), que foi previamente padronizado com uma solução padrão com concentração conhecida de vitamina C. Da mesma forma também foi preparado e analisado o branco da amostra. A análise foi executada em triplicata e os resultados expressos em µg de vitamina C/g de saburá.

Determinação de Minerais

A determinação de minerais foi realizada segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008), com algumas modificações. Foi pesado 1 g da amostra liofilizada em tubo de digestão, acrescentando-se a seguir 5 mL da solução digestora nítrico-perclórica (3:1) e deixando-se em repouso por um período de 20 h. Depois do repouso a amostra foi aquecida em bloco digestor, sendo a temperatura elevada lentamente até atingir 180°C e o aquecimento mantido por 2 h. Após o resfriamento, adicionou-se 10 mL de água destilada e realizou-se filtração com papel filtro, sendo o filtrado recolhido em balão volumétrico de 50 mL e o volume completado com água destilada. Da mesma forma também foi preparado o branco, que não continha a amostra.

Após o preparo das amostras e do branco, procedeu-se à análise por espectrometria de absorção atômica com atomização por chama (Shimadzu Europe AA-6300), sendo determinados os minerais Cálcio (Ca), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Magnésio (Mg), Manganês (Mn) e Zinco (Zn), utilizando os comprimentos de onda 422,7; 324,8; 248,3; 285,2; 279,5; 213,9 nm, respectivamente. As curvas-padrões também foram preparadas para cada um dos minerais analisados. As análises foram realizadas em triplicata. Os resultados foram expressos em mg kg⁻¹ de saburá.

Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística através do programa Statistica® versão 10. A normalidade e homogeneidade dos dados foi analisada pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene e então foi realizada a análise de variância (ANOVA) e as médias, quando significativas ($p < 0,05$), foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5 % de significância.

Resultados e Discussão

pH e Acidez livre

As determinações de pH e acidez livre foram realizadas durante todo o período do estudo para as amostras provenientes de ambas as espécies de abelha estudadas. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Teor de pH e acidez livre nos diferentes meses do ano.

Amostra	pH*	Acidez livre (mEq kg ⁻¹) *
<i>Melipona quadrifasciata</i>		
Novembro	3,78±0,04 ^c	1604,6±43,9 ^a
Dezembro	3,81±0,04 ^c	1267,3±35,4 ^c
Janeiro	3,70±0,00 ^c	1401,6±61,3 ^b
Fevereiro	3,71±0,02 ^c	1220,6±33,2 ^c
<i>Scaptotrigona sp.</i>		
Novembro	4,22±0,08 ^b	312,0±28,1 ^d
Dezembro	5,31±0,07 ^a	263,4±16,7 ^d
Janeiro	4,24±0,15 ^b	312,4±33,2 ^d
Fevereiro	5,31±0,11 ^a	283,2±22,0 ^d

Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras para as diferentes espécies de abelhas e estações do ano (letras minúsculas nas colunas).

*Valores médios apresentados com seus respectivos desvios padrões

Fonte: Autores (2021).

A partir da análise estatística, foi possível observar que os resultados de pH das amostras de saburá provenientes da espécie *Melipona quadrifasciata* se apresentaram constantes durante todo o período do estudo, apesar das diferentes estações, enquanto as amostras provenientes da espécie *Scaptotrigona sp.* apresentaram variações significativas mesmo entre as amostras pertencentes a uma mesma estação, ou seja, as de novembro e dezembro (4,22 a 5,31), que representaram a primavera, e as de janeiro e fevereiro (4,24 a 5,31), que representaram o verão.

Os resultados obtidos para a acidez livre das amostras obtidas da espécie *Melipona quadrifasciata* variaram significativamente durante todo o estudo, sendo essa variação de 1220,560 mEq kg⁻¹ a 1604,563 mEq kg⁻¹. Já os resultados para a acidez livre do saburá da espécie *Scaptotrigona sp.* não apresentaram diferenças significativas.

O saburá produzido pela *Melipona quadrifasciata* apresentou-se como o mais ácido, com o menor pH observado no verão, na amostra do mês de janeiro (3,70). Tal saburá também apresentou o maior teor de acidez livre, muito maior que a acidez livre observada nas amostras da abelha da espécie *Scaptotrigona* sp. O maior valor de acidez livre, que foi de 1604,56 mEq kg⁻¹, foi observado durante a primavera no mês de novembro e esse resultado foi 414,30 % maior que o resultado obtido para a espécie *Scaptotrigona* sp. no mesmo mês (311,987 mEq kg⁻¹).

O pH e a acidez estão diretamente relacionadas às alterações físico-químicas causadas pela fermentação que ocorre durante o armazenamento do pólen na colmeia. Durante a fermentação, os microrganismos presentes no meio produzem ácido láctico, provocando um aumento da acidez do saburá (PIRES *et al.*, 2021; OLOFSSON E VÁSQUEZ, 2008). As diferenças observadas entre as espécies *Scaptotrigona* sp. e *Melipona quadrifasciata* estão relacionadas aos seus respectivos processos fermentativos, o que resultou em saburás com características distintas. Diferenças em relação a origem polínica do saburá também contribuíram para a variação de resultados.

Ferreira (2012), avaliou as características físico-químicas do saburá produzido pela abelha da espécie *Melipona scutellaris* Latreille no estado da Bahia após diferentes processos de desidratação. O autor relatou que as coletas foram realizadas no mês de maio e os resultados de pH e acidez obtidos para as amostras submetidas a liofilização foram de 4,14 e 1531,840 mEq kg⁻¹ respectivamente, sendo seus resultados bem próximos aos obtidos no presente estudo.

Em um estudo realizado por Bárbara *et al.* (2018), os saburás das abelhas sem ferrão do gênero *Melipona*, *Scaptotrigona* e *Frieseomellita*, coletados na região nordeste do Brasil, foram avaliados quanto às suas características físico-químicas. Os resultados obtidos para o pH variaram de 3,50 a 3,9 e são próximos aos observados no presente estudo, enquanto os resultados obtidos para a acidez livre foram bem inferiores, com uma variação de 83,25 mEq kg⁻¹ a 182,89 mEq kg⁻¹.

Quantificação de Vitamina C

Devido à quantidade insuficiente de amostras de saburá da espécie *Melipona quadrifasciata* nos meses de novembro e fevereiro não foi possível realizar a quantificação da vitamina C. Os demais resultados obtidos para esta análise estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 – Quantidade de vitamina C nas diferentes estações do ano.

Amostra	Vitamina C ($\mu\text{g g}^{-1}$) **
<i>Melipona quadrifasciata</i>	
Novembro	NR*
Dezembro	230,6 \pm 3,6 ^c
Janeiro	165,0 \pm 22,1 ^c
Fevereiro	NR*
<i>Scaptotrigona sp.</i>	
Novembro	459,4 \pm 45,0 ^{ab}
Dezembro	385,2 \pm 63,8 ^b
Janeiro	551,8 \pm 27,7 ^a
Fevereiro	415,1 \pm 41,6 ^b

*NR: não realizado

Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras para as diferentes espécies de abelhas e estações do ano (letras minúsculas nas colunas)

**Valores médios apresentados com seus respectivos desvios padrões

Fonte: Autores (2021).

Foi observado que as amostras de saburá obtidas da espécie *Scaptotrigona sp.* apresentaram as maiores quantidades de vitamina C, em especial no mês de janeiro (verão), no qual foi observado a concentração de 551,763 $\mu\text{g g}^{-1}$. Tal resultado foi 234,4 % maior do que o obtido pela espécie *Melipona quadrifasciata* no mesmo mês (164,989 $\mu\text{g g}^{-1}$).

As amostras obtidas da espécie *Melipona quadrifasciata* não apresentaram variações estatisticamente significativas entre si, considerando os meses em que a análise pôde ser realizada. Quanto às amostras provenientes da espécie *Scaptotrigona sp.*, os meses de novembro e dezembro, que representaram a primavera, foram estatisticamente semelhantes entre si e também quando comparados com o mês de fevereiro. Já o resultado do mês de janeiro foi estatisticamente semelhante apenas ao resultado do mês de novembro, apesar de pertencer a uma estação diferente (verão).

Os resultados observados para as duas espécies de abelha se assemelham aos encontrados por Oliveira (2006), ao analisar amostras de pólen de abelha da espécie *Apis mellifera* do estado de São Paulo, coletadas nos meses de outubro e abril. O autor observou teores de vitamina C entre 152,8 e 542,2 $\mu\text{g g}^{-1}$ para as amostras submetidas a processos de desidratação, sendo esse um intervalo de variação significativo.

Como a quantidade de vitamina C está diretamente relacionado ao pólen coletado pelas abelhas, as variações observadas no presente estudo são decorrentes de variações no pasto meliponícola. Essas variações foram ocasionadas pela modificação do clima entre as estações primavera e verão e também pela diferença de localização entre os meliponários dos quais foram realizadas as coletas. Não há estudos que avaliem o impacto da fermentação do saburá sobre a disponibilidade do ácido ascórbico.

Outro fator que pode ter contribuído para a variação dos resultados foi o fato do ácido ascórbico ser instável, por sofrer ação da umidade, luz, oxigênio e temperatura, tornando necessária uma série de cuidados durante o preparo, armazenamento e análise da amostra. Mello e Almeida-Muradian (2010) observaram uma variação de 46,8 a 88,2 % ao comparar amostras de pólen apícola *in natura* com amostras secas em estufa a 45 °C, onde os maiores teores de vitamina C foram observados nas amostras desidratadas, já que não ocorreu a degradação do ácido ascórbico devido a umidade. Os autores também relataram a influência da florada, do local e período (mês/semestre) de coleta sobre a quantidade de vitamina C das amostras.

Determinação de Minerais

Foi possível realizar a análise de minerais para todos os elementos propostos, para ambas as espécies de abelhas avaliadas e durante todo o período do estudo. Os resultados foram expressos em mg kg⁻¹ de saburá e estão demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição mineral do saburá nas diferentes estações do ano.

Amostra	Cálcio	Cobre	Ferro	Magnésio	Manganês	Zinco
<i>Melipona quadrifasciata</i>						
Novembro	713,53±49,24 ^{cde}	22,01±1,78 ^a	332,94±65,77 ^a	1072,63±162,74 ^a	59,47±2,48 ^{cd}	48,77±11,55 ^{bcd}
Dezembro	549,66±24,62 ^c	21,92±0,81 ^a	262,34±32,23 ^a	1315,47±358,30 ^a	74,79±1,58 ^{bc}	51,48±8,33 ^{bcd}
Janeiro	616,21±166,77 ^{de}	17,16±2,60 ^{ab}	304,42±15,14 ^a	1326,24±133,08 ^a	47,16±1,66 ^d	99,91±16,48 ^a
Fevereiro	1871,54±82,86 ^a	14,84±2,48 ^b	261,06±92,49 ^a	1352,29±137,72 ^a	113,52±6,87 ^a	58,67±17,95 ^{bc}
<i>Scaptotrigona</i> sp.						
Novembro	1058,73±183,25 ^{bc}	7,93±0,51 ^{cd}	304,67±43,98 ^a	937,38±73,37 ^a	84,35±12,23 ^b	24,22±10,40 ^{cd}
Dezembro	1156,88±179,27 ^b	12,43±0,78 ^{bc}	395,62±29,58 ^a	1022,98±119,91 ^a	45,51±0,48 ^d	34,67±7,29 ^{cd}
Janeiro	922,31±85,83 ^{bcd}	4,95±1,64 ^d	308,04±13,93 ^a	1177,73±268,18 ^a	86,80±8,45 ^b	70,12±16,82 ^{ab}
Fevereiro	1723,94±140,25 ^a	16,32±5,14 ^{ab}	291,26±72,55 ^a	831,32±74,94 ^a	51,33±2,50 ^d	18,06±0,71 ^d

Os valores são referentes a média com o desvio padrão

Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras para as diferentes espécies de abelhas e estações do ano (letras minúsculas nas colunas).

Fonte: Autores (2021).

Quando os resultados obtidos para a espécie *Melipona quadrifasciata* foram analisados em função das diferentes estações foi constatado que tanto o ferro quanto o magnésio não apresentaram variações significativas durante todo o período de estudo, enquanto o cobre apresentou variações significativas entre as diferentes estações. O cálcio apresentou um resultado estatisticamente diferente dos demais apenas no mês de fevereiro ($1871,54 \text{ mg kg}^{-1}$), assim como o zinco no mês de janeiro ($99,91 \text{ mg kg}^{-1}$). O manganês apresentou-se estável apenas na primavera (novembro e dezembro), variando significativamente no verão (janeiro e fevereiro).

Conforme apresentado na Tabela 3, o magnésio foi o mineral mais abundante encontrado no saburá produzido pela abelha da espécie *Melipona quadrifasciata*, seguido pelo cálcio e ferro. O manganês, zinco e o cobre foram os minerais presentes em menor concentração. Esse predomínio de minerais foi observado durante todo o estudo, não apresentando alterações devido a diferenças entre as estações do ano.

No que diz respeito aos valores obtidos para as amostras de saburá provenientes da espécie *Scaptotrigona* sp., a análise estatística também indicou que os resultados para o ferro e o magnésio se mantiveram constantes durante todo o período do estudo. Novamente o cálcio e o zinco apresentaram variações significativas apenas no mês de fevereiro ($1723,94 \text{ mg kg}^{-1}$) e janeiro ($70,12 \text{ mg kg}^{-1}$) respectivamente. O cobre se manteve estável apenas na primavera, enquanto o manganês apresentou variações significativas durante todo o estudo. O cálcio apresentou-se como o mineral mais abundante, seguido pelo magnésio, ferro, manganês, zinco e cobre, como pode ser observado na Tabela 3.

Ao comparar os resultados obtidos para ambas as espécies de abelhas (Tabela 3) foi observado que as duas apresentaram concentrações de ferro e magnésio estatisticamente semelhantes e constantes durante todo o estudo. As amostras de saburá da espécie *Scaptotrigona* sp. apresentaram um teor mais elevado de cálcio e ferro, ao ponto que o cobre, o manganês e o zinco foram encontrados em maiores concentrações nas amostras provenientes da espécie *Melipona quadrifasciata*. O predomínio de minerais observado entre as abelhas também foi muito semelhante, variando apenas para os minerais cálcio e magnésio, como já citado.

Em estudo realizado por Morgano *et al.* (2012), foi avaliado a composição mineral do pólen proveniente de abelhas brasileiras de vários estados do país. Nas amostras originárias do estado do Paraná, o cálcio apresentou uma concentração de $1511 \pm 280 \text{ mg kg}^{-1}$ o magnésio $1315 \pm 827 \text{ mg kg}^{-1}$, o ferro $76,6 \pm 33,8 \text{ mg kg}^{-1}$, o manganês $46,5 \pm 16,8 \text{ mg kg}^{-1}$, o zinco $38,7$

$\pm 8,8 \text{ mg kg}^{-1}$, e o cobre $7,75 \pm 9,95 \text{ mg kg}^{-1}$, sendo esses resultados próximos aos encontrados no presente estudo, com exceção do ferro, que apresentou um resultado muito inferior do que os resultados observados neste trabalho. Também foi avaliada a variação na composição mineral do pólen mês a mês durante o período de um ano utilizando amostras provenientes dos estados de Santa Catarina (SC), São Paulo (SP), Sergipe (SE) e Bahia (BA) na qual os autores relataram terem observado variações pronunciadas de todos os minerais ao longo do período do estudo.

Da Silva *et al.* (2014), durante as análises do saburá produzido pela espécie *Melipona subnitida* no estado da Paraíba, e coletados no mês de março em anos diferentes, encontraram no último ano da pesquisa os valores de $1864,1 \pm 19,57 \text{ mg kg}^{-1}$, de cálcio, $0,8 \pm 0,31 \text{ mg kg}^{-1}$, de cobre, $16,4 \pm 0,56 \text{ mg kg}^{-1}$, de ferro, $975,4 \pm 25,41 \text{ mg kg}^{-1}$, de magnésio, $35,1 \pm 0,35 \text{ mg kg}^{-1}$, de manganês e $36,4 \pm 0,34 \text{ mg kg}^{-1}$, de zinco. Os valores apresentados para o cálcio, magnésio e zinco são próximos aos observados no presente estudo para ambas as espécies de abelha no mês de fevereiro, enquanto o cobre e o ferro apresentaram-se inferiores. O resultado relatado para o manganês foi próximo ao obtido pela espécie *Scaptotrigona* sp., porem inferior ao resultado obtido para a espécie *Melipona quadrifasciata*.

As variações observadas no conteúdo mineral do saburá podem ser explicadas pelas diferenças nas floradas, nas condições do solo e da água, que são influenciadas pela localização geográfica dos meliponários e pelo clima das estações.

Conclusões

A partir das análises realizadas foi possível caracterizar a composição físico-química do saburá produzido pelas abelhas sem ferrão *Melipona quadrifasciata* e *Scaptotrigona* sp., assim como evidenciar a influência das estações primavera e verão, da espécie da abelha estudada e das diferenças regionais sobre esse produto da meliponicultura

Ambos os saburás apresentaram pH ácido, com altas concentrações de magnésio, cálcio e ferro, sendo que o ferro foi superior ao relatado na literatura. Esse perfil mineral associado a quantidade de vitamina C encontrada torna o saburá originário de abelhas sem ferrão atrativo para ser utilizado na nutrição humana e na indústria farmacêutica. Mais estudos avaliando também as estações outono e inverno são necessários para que assim seja possível avaliar por completo a influência das estações sobre a composição físico-química do saburá.

Referências

BARROS, D. C. B. Efeito da suplementação de fonte inorgânica de ferro no desenvolvimento da glândula mandibular de abelhas *Apis mellifera* L. 2018. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

BRAND, H. O pólen coletado pelas abelhas sem ferrão (Anthophila, Meliphoninae). **Acta Biológica Paranaense**. Curitiba, v. 40, n. 3-4: p. 129-133. 2011.

DENISOW, B.; DENISOW-PIETRZYK, M. Biological and therapeutic properties of bee pollen: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 13, p. 4303-4309, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27013064/>. Acesso em: 15 abr. 2023.

FERREIRA, R. C. Avaliação das características físico-químicas e microbiológicas do pólen da *Melipona scutellaris* Latreille submetido a diferentes processos de desidratação. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) - Universidade Federal da Bahia, Salvador. FREITAS, P. V. D. X.; FAQUINELLO, P.; ISMAR, M. G.; TOMAZELLO, D. A.; ISKANDAR, G. R. Noções básicas para criação de abelhas nativas: alimentação e multiplicação. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4^a ed. (1^a Edição digital), 2008.

JAFFÉ, R.; POPE, N.; MAIA, U.; BLOCHTEIN, B.; CARVALHO, C.; CARVALHO G., G.; FREITAS, B.; MENESES, C.; RIBEIRO, M.; VENTURIERI, G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping. **PLOS ONE**, v. 10, n. 3, p. 1-21, 2015. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0121157>. Acesso em: 20 abr. 2023.

LOPES, A.J.O.; VASCONCELOS, C.C.; GARCIA, J.B.S.; PINHEIRO, M.S.D.; PEREIRA, F.A.N.; CAMELO, D.D.S.; DE MORAIS, S.V.; FREITAS, J.R.B.; DA ROCHA, C.Q.; SOUSA RIBEIRO, M.N.; *et al.* 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, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31991696/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

MELO, I. L. P.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Stability of antioxidants vitamins in bee pollen samples. **Quimica Nova**, v.33, n. 3, p. 514–518, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/xyrzZ7ygz6ByKPKSzLsdSWd/>. Acesso em: 30 abr. 2023.

MENEZES, C.; VOLLET-NETO, A.; ANDRÉS, F.; LEÓN, F.; VENTURIERI, G.C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. The Role of Useful Microorganisms to Stingless Bees and Stingless Beekeeping. In: **Pot-Honey: A Legacy of Stingless Bees**; Springer: New York, NY, USA, 2013. 153–171p.

MORGANO, M. A.; MARTINS, M. C. T.; RABONATO, L. C.; MILANI, R. F.; YOTSUYANAGI, K.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A Comprehensive Investigation of the Mineral Composition of Brazilian Bee Pollen: Geographic and Seasonal Variations and Contribution to Human Diet. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, n. 4, p.727-736, 2012. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/jbchs/a/H7kX6vPzHbbMLv7VcC6gLck/?lang=en>. Acesso em: 24 abr.2023.

PIRES, A.; MENDONÇA NETO, J. S. N.; XAVIER, N. T. B. .; PIRES, A.; GALVÃO, . A. T. . Samburá: o alimento fermentado das abelhas sem ferrão na sua mesa. **Pubvet**, [S. l.], v. 15, n. 12, 2021. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/437>. Acesso em 13 abr.2023.

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, Amazonas, Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá**, Tefé, Amazonas, p. 270,2013.

OLIVEIRA, K. C. L S. **Caracterização do pólen apícola e utilização de vitaminas antioxidantes como indicadores do processo de desidratação**. 2006. Dissertação (Mestrado em Bromatologia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

OLOFSSON, T.C.; VÁSQUEZ, A. Detection and identification of a novel lactic acid bacterial flora within the honey stomach of the honeybee *Apis mellifera*. **Current Microbiology**, v.57, n. 4, p. 356–363, 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18663527/>. Acesso em: 30 ago. 2022.

PAULINO, F.D.G. Alimentação em *Apis mellifera* L.: Exigências nutricionais e alimentos. **In: 1º Simpósio de Nutrição e Alimentação Animal - XIII Semana Universitária da Universidade Estadual do Ceará - UECE**, Ceará, p.56-70, 2013.

PEREIRA, D. S.; HERNÁNDEZ, M. L.; ANDRADE, A. B. A. de; SOUSA, J. da S.; MARACAJÁ, P. B. Alimentação de abelhas *Apis mellifera* L. (Africanizadas) no período de estiagem, no Semiárido Nordeste, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.], v. 9, n. 5, p. 117–119, 2014. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3421>. Acesso em: 20 ago.2023.

SILVA, G. R. da; PEREIRA, F. de M.; SOUZA, B. de A.; LOPES, M. T. do R.; CAMPELO, J. E. G.; DINIZ, F. M. Aspectos bioecológicos e genético-comportamentais envolvidos na conservação da abelha Jandaíra, *Melipona subnitida* Ducke (Apidae, Meliponini), e o uso de ferramentas moleculares nos estudos de diversidade. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 3, p. 299-308, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/WqJqkY9YTxRKmL5srWmrhmh/>. Acesso em:30 abr. 2023.

SILVA, W. P.; PAZ, J. R. L. Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. **Natureza on line**, v. 10, n. 3, p. 146-152, 2012.

VIT P, SANTIAGO B, PEDRO SRM, PEÑA-VERA M, PÉREZ-PÉREZ E. Chemical and bioactive characterization of pot-pollen produced by *Melipona* and *Scaptotrigona* stingless bees from Paria Grande, Amazonas State, Venezuela. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 28, n. 2, p. 78-84, 2016. Disponível em: <https://ejfa.me/index.php/journal/article/view/1008>. Acesso em: 24 ago.2023.

VOSSLER, F. G. Flower visits, nesting and nest defence behaviour of stingless bees (Apidae: Meliponini): Suitability of the bee species for meliponiculture in the Argentinean Chaco region. **Apidologie**, v.43, n. 2, 139–161, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13592-011-0097-6#citeas>. Acesso em: 12 abr.2022.