

Article

Composição e Perfil Sensorial de Biscoito à Base de Pólen Apícola Originário da Caatinga

Brenda Karoline Tiburcio Coelho¹, Francisca Kariny da Silva Calixto², Rômulo Magno Oliveira de Freitas³, Elisabete Piancó de Sousa⁴, Luciene Xavier de Mesquita Carvalho⁵

¹ Mestranda no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. ORCID: 0009-0003-9975-5437. E-mail: brendaktcoelho@gmail.com

² Graduanda de Tecnologia em Agroindústria - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. ORCID: 0009-0005-7655-5285. E-mail: franciscakarinydasilva1233@gmail.com

³ Doutor. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. ORCID: 0000-0002-2422-0118. E-mail: romulo.freitas@ifrn.edu.br

⁴ Doutora. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. ORCID: 0000-0003-2055-6674. E-mail: elisabete.pianco@ifrn.edu.br

⁵ Mestre. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. ORCID: 0000-0002-0589-1055. E-mail: luciene.mesquita@ifrn.edu.br

RESUMO

O pólen apícola vem ganhando mercado como complemento nutricional, e, por ser advindo da apicultura, favorece uma dinâmica sustentável do ponto de vista social e ambiental podendo ser uma alternativa para contornar a insegurança alimentar. Seu uso incentiva a preservação da vegetação nativa, contrapondo a degradação originária de práticas tradicionais de produção de alimentos. É composto por proteínas, carboidratos, lipídios, compostos fenólicos, bioelementos bem como vitaminas, apresentando um excelente perfil nutricional, que pode variar em função da flora apícola de origem. Com o intuito de aumentar sua ingestão diária, o estudo de novos produtos alimentícios enriquecidos torna-se relevante. Portanto, objetivou elaborar e caracterizar um biscoito tipo *cookies* a base de pólen apícola, coletado em área de Caatinga. A caracterização centesimal do pólen e das quatro formulações de biscoito tipo *cookies*, elaborados com diferentes concentrações de pólen apícola (a 0%, 4%, 8% e 12%), foi realizada e os biscoitos posteriormente avaliados ainda quanto aos aspectos microbiológicos e sensorial. O pólen apícola apresentou alto teor de proteína, comprovando seu potencial como insumo na fabricação de alimentos. Os biscoitos, a partir do acréscimo de pólen, tiveram um aumento no teor de proteínas e de cinzas e diminuição no teor de carboidratos e fibra bruta. Sensorialmente, todos os parâmetros foram estatisticamente iguais, exceto pela intenção de compra. A aceitabilidade foi evidenciada em todas as fórmulas. Diante dos resultados alcançados, o pólen apícola é um ingrediente que pode melhorar as propriedades nutricionais de *cookies*, demonstrando competência para sua inserção no mercado e comprovando seu papel como alimento sustentável em consonância com os preceitos e objetivos da Agenda 2030.

Palavras-chave: produtos apícolas; elaboração de novos produtos; perfil sensorial; segurança alimentar; caatinga.

ABSTRACT

Bee pollen has been gaining market share as a nutritional supplement, and, as it comes from beekeeping, it promotes sustainable practices from both social and environmental standpoints, and can be an alternative to overcome food insecurity. Its utilization promotes the preservation of native vegetation, mitigating the degradation stemming from traditional food production practices. It is composed of proteins, carbohydrates, lipids, phenolic compounds, bioelements as well as vitamins, presenting an excellent nutritional profile. In order to increase its daily intake, the study of new enriched food products becomes relevant. Therefore, this research aimed to develop and characterize a bee pollen cookie, collected in the Caatinga area. After collecting and proximate analysis of the pollen, four cookie formulations were prepared with different concentrations of bee pollen (0%, 4%, 8% and 12%), which were subsequently evaluated through physicochemical, microbiological and sensorial analyses. Bee pollen had a high protein content, proving its potential as an input in food manufacturing. The cookies, with addition of pollen, had an increase in protein and ash content and a decrease in carbohydrate and crude fiber content. In terms of sensory evaluation, all parameters were statistically equal, except for purchase intention. Acceptability was evident in all formulas. Given the results achieved, bee pollen is an ingredient that can improve the nutritional properties of cookies, demonstrating competence for its integration into the market and affirming its role as sustainable food aligned with the principles and objectives of the 2030 Agenda.

Keywords: beekeeping; development of new products; sensory profile; food security; caatinga.



Submissão: 19/04/2024



Aceite: 31/05/2024



Publicação: 15/07/2024



Introdução

A capacidade de lidar com uma população mundial em constante expansão e com a crescente indisponibilidade de alimentos desafia cada vez mais o alcance à segurança alimentar. O acesso a alimentação adequada e saudável para todos, que seja dada de forma permanente e sustentável é considerado, hoje, um problema. Com um aumento previsto de 1,7 bilhão na população mundial entre os dias atuais e 2050, a humanidade está colocando cada vez mais pressão sobre os recursos finitos usados para produzir nossa comida (Carthy et al. 2018).

As atividades agropecuárias em grande escala estão associadas a uma série de impactos socioambientais, dentre eles: o desmatamento, a degradação do solo e perda de biodiversidade. Assim, surge a necessidade de promover e incentivar os Sistemas de Produção de Alimentos Sustentáveis, que causem menos danos ao meio ambiente e impulsionem causas sociais (García & Cuevas 2019; Couto et al. 2020; Silva & Torres 2020).

Nessa perspectiva, as práticas agrícolas tradicionais vêm sendo repensadas e novas posturas, orientadas pelos postulados do desenvolvimento sustentável, vêm sendo adotadas. A apicultura, em substituição ao extrativismo predatório, é um exemplo dessas novas posturas (Lourenço & Cabral 2016).

Visto que é considerada uma atividade conservadora das espécies devido ao importante papel das abelhas como polinizadoras, gerando renda e trabalho para a zona rural, a apicultura pode se enquadrar nesse modelo. Tolera *et al.* (2021) comprova em seu estudo maior riqueza e abundância de espécies de flora em propriedades de apicultores. A Apicultura é defendida como uma atividade sustentável em diversos estudos, como Lourenço e Cabral (2016), Borlachenco et al. (2017) e Prediger e Ahlert (2018).

Destaca-se o papel da Apicultura como contribuição à conservação do bioma Caatinga (Silva et al. 2020), um dos mais ameaçados pelas ações antrópicas. Promove o desenvolvimento regional e conserva o meio ambiente, apresentando-se como uma atividade essencialmente ecológica, comprovadamente rentável e sustentável (Santos & Ribeiro 2009). A prática da apicultura é uma alternativa de geração de emprego e renda para o agricultor, além de ser de fácil manutenção e baixo custo inicial, quando comparada com outras atividades em áreas rurais (Omran 2011).

Both et al. (2009) aponta a diversidade de produtos advindos da apicultura, como o mel, própolis, cera, geleia real, apitoxina, coleta de pólen, entre outros, bem como os serviços à natureza para a preservação do meio ambiente através da polinização da flora nativa. Dentre todos os produtos, o pólen apícola ainda se caracteriza como pouco conhecido e comercializado.

O pólen apícola é o termo usado para grãos de pólen de várias fontes botânicas, coletadas pelas abelhas (*Apis mellifera* L.) e misturadas com néctar e secreções das glândulas hipofaríngeas (Ares *et al.* 2018). É constituído por proteínas, carboidratos e lipídios e está ganhando atenção como alimento funcional para consumo humano em razão do seu alto teor de compostos bioativos, como aminoácidos essenciais, antioxidantes, vitaminas e lipídeos (Conte et al. 2017). A porcentagem média de proteína no pólen é de 22,7%, enquanto de carboidratos de 30,8%. Cerca de 5,1% são lipídeos e 1,6% compostos fenólicos incluindo leucotrienos, catequinas, ácidos fenólicos e flavonoides, além de outras substâncias essenciais (vitaminas e bioelementos) (Khalifa et al. 2021).

Entretanto, a composição do pólen apícola pode ser diferente a partir de sua origem floral, geográfica ou condições de higiene e processamento. Por ser uma mistura de pólen floral coletado pelas abelhas, a origem floral é a principal fonte de variação da composição do pólen apícola, que pode ser afetada por diferenças na área de captação ou estação do ano (Szczena et al. 2002). Diante disso, testes físico-químicos e microbiológicos



são necessários para comprovar a segurança aos consumidores e atendimento à legislação em relação às propriedades mínimas do produto (Vasconcelos et al. 2017; De-Melo et al. 2015).

Como forma de aumentar sua ingestão, o enriquecimento de produtos alimentícios com o pólen de abelha torna-se uma alternativa. Porém, a aceitabilidade é um desafio em razão das características sensoriais do alimento que são adquiridas. Já existem pesquisas relacionadas a elaboração de produtos enriquecidos com pólen apícola, em especial na panificação. Lazcano-Hernández et al. (2019) retratou a produção de pães com farinha de pólen apícola e teve todos as formulações sensorialmente aceitas. Conte et al. (2020) comprovou o valor nutricional que se agrega a pães sem glúten com aumento da concentração de pólen nas massas. A produção de biscoitos enriquecidos com pólen foi estudada em Krystyjan et al. (2015), Dundar (2021), Sokmen et al. (2022) e Végh et al. (2013) alcançando resultados favoráveis pelos atributos obtidos principalmente nos parâmetros de impressão global e intenção de compra.

Diante disso, é salutar elaborar novos produtos alimentícios que venha atender os critérios de saudabilidade e sustentabilidade, em consonância com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (Agenda 2030). A adição de pólen é uma alternativa capaz de agregar valor comercial a esse insumo e aos produtos oriundos destes, bem como a depender da flora apícola pode trazer inovação, aumento de renda à região, incentivo a preservação e apontar informações para futuras pesquisas. Assim, objetivou-se elaborar e caracterizar um biscoito tipo *cookie* a base de pólen apícola, oriundo de área de Caatinga, bioma em constante ameaça por práticas de degradação.

Materiais e métodos

Obtenção do pólen apícola

O pólen apícola foi coletado no apiário do Instituto Federal do Rio Grande do Norte - *Campus* Pau dos Ferros, entre os meses de fevereiro e março de 2023, a partir de floradas de espécies nativas da caatinga. Os coletores frontais de pólen foram instalados em quatro colmeias. As colheitas foram realizadas diariamente ao longo de duas semanas e o pólen apícola armazenado em freezer (-18 °C). Posteriormente, realizada a secagem em estufa por 24 horas, por circulação de ar forçada (42 °C), obteve-se o pólen apícola desidratado, seguindo para a limpeza manual e armazenamento em embalagem hermética até sua utilização.

Caracterização do pólen apícola

O pólen apícola foi caracterizado pelas seguintes determinações: umidade (IAL 2008), lipídeos (Bligh & Dyer 1959), proteínas (IAL 2008), pH (IAL 2008), cinzas (IAL 2008) e fibra bruta (IAL 2008), conforme recomendações de Campos et al. (2008). Todos os testes físico-químicos foram realizados em triplicata e os resultados relatados com base seca (exceto pH). Além desses parâmetros, também foram avaliados os carboidratos totais e valor energético (Brasil 2005). As análises foram realizadas em laboratório do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – *Campus* Pau dos Ferros.

Elaboração do biscoito tipo cookie à base de pólen apícola

Na Tabela 1 tem-se as formulações de biscoitos, assim como os ingredientes com suas proporções. Os ingredientes foram adquiridos em supermercado e lojas especializadas da cidade de Natal ou Pau dos Ferros/RN, com exceção do pólen. Foram elaboradas 4 formulações de biscoito com diferentes concentrações de pólen e com os demais ingredientes em proporções constantes, onde: F0 - com 0g de pólen em pó (controle), produzido com 250g de farinha de trigo integral; F1 – 10g de pólen em pó e 250g de farinha de trigo integral



(4%¹); F2 - com 20g de pólen em pó e 250g de farinha de trigo integral (8%); F3 – 30g de pólen em pó e 250g de farinha de trigo integral (12%).

Tabela 1: Formulações de biscoitos cookies e as diferentes proporções dos ingredientes.

Ingredientes	Formulações			
	F0	F1	F2	F3
Pólen em pó (g)	-	10	20	30
Farinha de trigo integral (g)	250	250	250	250
Açúcar mascavo (g)	120	120	120	120
Açúcar refinado (g)	90	90	90	90
Ovo (g)	50	50	50	50
Manteiga (g)	180	180	180	180
Bicarbonato de sódio (g)	0,25	0,25	0,25	0,25
Sal (g)	0,25	0,25	0,25	0,25
Essência de baunilha (ml)	2	2	2	2
Fermento biológico (g)	1,4	1,4	1,4	1,4

Fonte: Autoria própria, 2023.

Inicialmente foi realizado o *mise en place* das formulações em que todos os ingredientes foram pesados em balança analítica modelo 250g 0.0001g M254-Ai Weblaborsp. Optou-se por elaborar cada fórmula por vez, para garantir o uso adequado dos materiais. Realizou-se a homogeneização da manteiga e açúcares em uma batedeira Cadence Orbital Eletronic 400 W até se obter uma consistência uniforme. Adicionou-se, posteriormente, o ovo, essência de baunilha, bicarbonato de sódio, sal, fermento biológico e o pólen, esse último em quantidade diferente para cada formulação. Por fim, ainda na mesma batedeira, a farinha de trigo integral foi levemente integrada.

Em seguida, a massa foi modelada em formato de biscoitos manualmente a partir de “bolinhas” retiradas com auxílio de uma pá da bancada e colocada em papel manteiga sob assadeira do tipo alumínio. Os *cookies*

¹ Percentual de pólen apícola em relação a quantidade de farinha de trigo.



foram assados em forno elétrico Safanelli Du Chef Plus 45L na temperatura de 180°C por cerca de 25 minutos. As formulações foram produzidas e armazenadas em embalagens higienizadas, datadas e especificadas (F0, F1, F2 ou F3).

Análise físico-química do produto

Os biscoitos foram caracterizados por: umidade (IAL 2008), lipídeos (Bligh & Dyer 1959), proteínas (IAL 2008), pH (IAL 2008), cinzas (IAL 2008) e fibra bruta (IAL 2008). Todos os testes físico-químicos foram realizados em triplicata e os resultados relatados com base seca (exceto pH). Além desses parâmetros, também foram avaliados os carboidratos totais e valor energético (Brasil 2005).

Análise microbiológica

As formulações de biscoitos foram quanto a presença de coliformes totais 35°C e de bolores e leveduras (UFC g-1), conforme recomendação da American Public Health Association (APHA 2015). A partir de 25g de mel, realizou-se a primeira diluição em 225mL de água peptonada tamponada a 0,1%. As preparações das diluições decimais subsequentes foram realizadas em tubos contendo 9mL do mesmo diluente até 1/1000. Cada diluição foi semeada em três tubos, contendo caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), para a quantificação do número mais provável de coliformes (NMP).

Para a quantificação de bolores e leveduras, semeou-se em profundidade 1mL de cada diluição decimal seriada, em duplicata, utilizando o ágar batata dextrose (BDA). A incubação deu-se em estufa bacteriológica a 35-37°C, por 48 horas, e 25°C, por cinco dias, para os testes de NMP e contagem de bolores e leveduras, respectivamente. As amostras foram analisadas em triplicatas. Para bactéria *Escherichia coli* (*E. coli*) que é a principal espécie do grupo dos coliformes considerou-se apenas o resultado de coliformes totais, quando não ocorre a formação de gás, logo não há presença de coliformes totais e termotolerantes

Análise sensorial

O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (CAAE 68222423.8.0000.0225).

A análise sensorial das formulações ocorreu julho de 2023 no laboratório de análise sensorial do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – *Campus* Pau dos Ferros. A divulgação foi realizada através de redes sociais com pôster elucidativo. Ao chegar, os julgadores foram orientados a como proceder durante a análise, os riscos e importância da pesquisa, a preencher as fichas de avaliação e o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Todos os participantes possuíam idade maior que 18 anos e com o intuito de verificar diferenças significativas nas amostras e garantir confiabilidade, realizou-se uma amostragem de 100 pessoas de ambos os sexos, majoritariamente público do próprio Instituto.

Durante a realização da pesquisa, considerando que poderia ocorrer eventuais desconfortos e possíveis riscos pois é um produto que possui ovo, glúten e ingrediente de origem apícola, o responsável pela pesquisa informou aos participantes que o biscoito possui esses componentes na formulação e que intolerantes ou alérgicos não devem participar. Portanto, apenas o público passível de inclusão participou da amostragem.

Para análise sensorial foi utilizado o teste de escala hedônica e intenção de compra a fim de verificar a aceitação das formulações elaboradas. Os atributos da avaliação foram: cor, aroma, sabor, textura e impressão global, mediante escala hedônica estruturada de nove pontos (0-9 pontos), na escala de desgostei extremamente (1) e gostei extremamente (9). Já em relação à intenção de compra, medido através de uma escala de 5 pontos, (1) certamente não compraria a (5) certamente compraria. Os julgadores também puderam acrescentar



comentários livres nas fichas de avaliação. Os testes mencionados estão em conformidade com a metodologia de Dutkosky (2013).

Para a sensorial, as amostras de biscoitos foram servidas na temperatura ambiente em copos descartáveis codificados aleatoriamente com três dígitos, sendo ainda acompanhados de água para ser ingerida no intervalo de cada amostra degustada para limpar o palato dos provadores.

Índice de Aceitabilidade

Para verificar a aceitação dos biscoitos para cada atributo (cor, aroma, sabor, textura, impressão global e intenção de compra) foi realizado o cálculo do índice de aceitabilidade (IA), conforme a metodologia de Dutkosky (2013), conforme Equação 1, na qual: M – nota média geral obtida pelo atributo; e N – número de pontos da escala hedônica. Para cada tratamento foi obtido uma nota média, sendo que o IA com boa repercussão tem sido considerado $\geq 70\%$.

$$IA (\%) = \frac{M}{N} \times 100$$

Análise estatística

Os resultados obtidos do pólen apícola foram tabulados em planilha do programa Excel (Microsoft Office 2013©), para determinação da média e desvio padrão.

Para o tratamento dos dados da composição centesimal dos biscoitos e da análise sensorial realizou-se um delineamento inteiramente casualizado com a comparação entre as médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico Sistema para Análise de Variância - SISVAR (Ferreira 2019).

Resultados

Caracterização do pólen apícola

Na Tabela 2 estão os resultados médios e os desvios padrão encontrados na caracterização físico-química do pólen em confronto com a Instrução Normativa nº 03/2001 do Ministério da Agricultura (Brasil 2001), que estabelece o Regulamento Técnico para a fixação de identidade e qualidade de: Apitoxina, Cera de abelhas, Geleia real liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e extrato de própolis.

Dentre todas os parâmetros analisados, de acordo com a metodologia de Campos et al. (2008), o pólen coletado e processado não atingiu os valores recomendados para comercialização em relação à umidade e fibra bruta.

A umidade resultou em um valor médio de 9,67%. Quando comparado com outros estudos, foi reportado por Almeida-Muradan et al. (2015) o valor de 7,4% ao analisar uma amostra de pólen do sul do Brasil. Analisando 24 amostras na Itália, Castiglioni et al. (2022) atingiu o teor mais baixo em umidade de 10,5%, o mais próximo a essa pesquisa. Todas as amostras estudadas em Estevinho et al. (2012), Portugal, também ultrapassaram o valor permitido pela legislação brasileira (máximo de 4%). A alta no teor de umidade do pólen pode ser explicada devido a sua característica higroscópica (Conte et al. 2020), porém, a quantidade de água desempenha um papel importante nas características organolépticas e “vida útil” do pólen de abelha (Coronel et al. 2004), tornando o alimento pouco perecível.

Tabela 2: Caracterização físico-química do pólen apícola



Parâmetros avaliados	Médias e desvio padrão	Instrução Normativa nº 03/2001 do Ministério da Agricultura
Umidade (%)	9,67±0,34	Máximo de 4% (para o pólen desidratado)
pH	4,1±0,005	4 a 6
Cinzas (%)	2,98±0,95	Máximo de 4%
Proteínas (%)	20,28±0,32	Mínimo de 8%
Fibra bruta (%)	1,49±0,15	Mínimo de 2%
Lipídeos (%)	8,58±0,20	Mínimo de 1,8%
Carboidratos totais (%)	58,48±0,77	-
Valor energético (Kcal/100g)	392,35±5,12	-

Fonte: Autoria própria, 2023.

A média encontrada nessa pesquisa para o teor de cinzas foi de 2,8%. Dentre as 12 amostras estudadas por Yang et al. (2013) na China, três estão acima de 4% (Brasil 2001), enquanto, das 21 amostras em Sattler et al. (2015), para um pólen oriundo do sul do Brasil, nenhuma ultrapassou esse valor, chegando ao máximo de 2,7%, próximo a essa pesquisa. Os fatores edafoclimáticos em que as plantas polinizadas pelas abelhas se desenvolvem influenciam na quantidade de cinzas do material estudado (Carpes 2008). O pH foi identificado na faixa ideal (4,1), porém apresenta valor menor quando comparado com pólenes produzidos na Caatinga. De acordo com os estudos de Vasconcelos et al. (2017), em 10 amostras de pólenes oriundos desse bioma no estado do Alagoas, os resultados variaram entre 5,8 e 6,4, com uma média final de 6,1. O pólen da região da mata atlântica teve a menor média, 5,4, seguida do pólen do litoral sul, 5,5, no mesmo estudo.

O teor de proteína apresentou resultado de 20,28%, semelhante com Almeida-Muradian et al. (2005) – 20%, Carpes (2008) – 20,47%, Melo et al. (2009) – 23,59%, e Sattler et al. (2015) – 19,8%. Porém, resultados com valores menores foram observados no estudo de Villanueva et al. (2002) com percentuais variando entre 9,89 a 14,98%. As diferenças no conteúdo proteico do pólen podem ser atribuídas a diferenças nas plantas de origem (Szczesna 2006).

De acordo com Brasil (2001), o pólen deve apresentar o teor de fibra bruta de no mínimo 2%. No estudo em tela, o resultado da média alcançado foi de 1,49%. Encontra-se em conformidade com o estudo de Coronel et al. (2004), o qual avaliando 37 amostras de pólen comerciais na Argentina, obteve variações entre 0,1% e 2,46%, com média de apenas 0,97%. Entretanto, Carpes (2008), encontrou uma média de 3,45%, em 36 amostras originárias do Brasil. A presença de fibra bruta é importante principalmente do ponto de vista nutricional. A exina do pólen é a que contém a maior parte da fibra bruta, composta principalmente de celulose



e esporopolenina dependendo da riqueza presente nas espécies gimnospermas ou angiospermas (Serra Bonvehí & Lopez 1986).

O teor de lipídeos encontrado foi de 8,58%. Manning e Harvey (2002) encontraram um intervalo entre 0,59% e 1,9% nas amostras de pólen oriundos da Argentina. No Brasil, Sattler et al. (2015) encontraram um intervalo entre 0,6% e 6,2% e Vasconcelos et al. (2017) observaram um intervalo entre 4,92 e 7,74% para pólen exclusivo da Caatinga. O maior valor para esse parâmetro foi expresso no pólen utilizado nessa atual pesquisa.

Para os carboidratos foi observado o valor de 58,48%. Modro et al. (2008) obtiveram o resultado no teor de 68,1%, média entre 9 amostras de Minas Gerais, no Brasil. Estevinho et al. (2012) verificaram oscilação em um intervalo entre 60,82% e 70,76% (Portugal), enquanto Carpes (2008) encontrou uma média de 52,10%, demonstrando menor valor a partir dos estudos descritos no trabalho. A alta no teor de carboidratos em pólen de abelha tem sido associada à presença de néctar ou mel, geralmente utilizado como cola para os grãos de pólen das plantas (Carpes et al. 2009).

O valor energético do pólen resultou em uma média de 392,35 kcal/100g, mantendo-se em consonância com a literatura. Villanueva et al. (2002) retrataram um intervalo de 371,96 e 424,52 kcal/100g, entre 15 amostras na Espanha, enquanto Yang et al. (2013) verificaram um intervalo de 380 a 410 kcal/100g, entre 12 amostras na China. As diferenças de valores podem ser atribuídas pelas proporções entre proteínas, lipídeos e carboidratos de cada tipo de pólen.

Caracterização do produto alimentício

Análise físico-química

Os resultados das análises físico-químicas dos biscoitos elaborados com diferentes percentuais de pólen em pó são apresentados na Tabela 3. O teor de umidade médio variou entre 2,23 e 4,67%, constatando que houve diferença, com os maiores valores encontrados na F1 e F2 e menores valores em F3 e F4. Tais resultados estão de acordo Dunder (2021), que ao analisar biscoitos enriquecidos com pólen apícola, teve o produto com maior teor de pólen (15%) como o menor em teor de umidade. Esse resultado se assemelha, ainda, quando comparado a outros tipos de produtos, além da panificação (Braga et al. 2019; Novaković et al. 2021). Isso pode ser explicado pois, a adição de um ingrediente seco e higroscópico, como o pólen de abelha, foi aumentada, sugerindo um possível efeito do mesmo na capacidade de absorção de água (Conte et al. 2020). Supõe-se que o fator que pode ter contribuído para a elevação da umidade, em relação às formulações F2 e F3, tenha sido o fato dos biscoitos terem passado mais tempo esfriando para acondicionamento, tempo de assamento e a vedação das embalagens no momento do acondicionamento.

O teor cinzas apesar de estatisticamente representar o mesmo valor em todas as amostras (Tabela 3), obteve maior média na fórmula de maior concentração de pólen (12%), chegando a 8,86%. Visto que o pólen é composto por macroelementos e microelementos, como o sódio, magnésio, cálcio, fósforo potássio, ferro, entre outros (Khalifa et al. 2021), espera-se que com a maior adição de pólen apícola, o teor de cinzas aumente. Essa diferença é significativa quando comparada a amostra de controle em que o valor alcançado é de apenas 4,82%. Produtos à base de pólen apícola, na literatura, mantém resultados similares como comprovam os trabalhos de Dunder (2021) e Sokmen et al. (2022) com o aumento de cinzas (0,64% e .0,70%) em biscoitos com 15% de pólen quando comparados ao controle. Santos et al. (2022) indicam que o aumento do teor de cinzas em barras de cereal é justificado pela composição do pólen e sua concentração no produto elaborado. Além disso, outro fator preponderante é diminuição na proporção de farinha de trigo nas formulações, considerando que as composições químicas divergem nesses ingredientes (Krystyan et al. 2015).

Tabela 3: Valores médios das características físico-químicas dos biscoitos formulados com pólen em pó da Caatinga.



Pólen e Formulação	Parâmetros						Carboidratos Totais (%)	Valor Energético (Kcal/100g)
	Umidade (%)	Cinzas (%)	Lipídeos (%)	Proteínas (%)	Fibra Bruta (%)			
F0	2,92dc±0,10	4,82b±0,20	32,47b±0,33	5,50b±0,82	15,54a±0,04	54,28a±0,93	531,38a±1,85	
F1	4,04b±0,13	6,90ab±1,55	33,25b±0,54	6,29ab±0,32	15,19a±0,15	49,52b±2,11	522,50a±4,22	
F2	4,67a±0,11	7,34ab±2,13	34,66a±0,18	7,02a±0,27	14,85a±0,05	46,31b±2,47	525,21a±5,54	
F3	2,23d±0,04	8,86a±0,24	33,02b±0,63	6,74a±0,04	14,99a±0,27	49,13b±0,67	520,75a±3,09	

F0 – 0g de pólen; F1 – 10g de pólen; F2 – 20g de pólen; F3 – 30g de pólen.

Valores expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de significância.

Fonte: Autoria própria, 2023.

As amostras avaliadas obtiveram resultados semelhantes, inclusive quando comparadas ao controle, F0, no que tange aos lipídios. O aumento da quantidade de lipídeos com o acréscimo do pólen apícola nas fórmulas foi pouco expressivo variando entre 33,02 e 34,66% (Tabela 3). A interferência no valor de lipídeos não ocorreu quando comparado o acréscimo em diferentes proporções de pólen de abelha em pães sem glúten (Conte et al. 2020), em biscoitos (Végh et al. 2023) e bebidas lácteas (Yerlinkaya 2014), comprovando que não se trata apenas das formulações e sim da composição do grão de pólen - baixo teor de gorduras (Tabela 2). As proporções utilizadas não representam diferenças significativas entre fórmulas.

O teor de proteínas médio variou entre 5,50 e 7,02 %, constatando que houve diferença estatística entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, com os maiores valores encontrados na F3 e F4 e menores valores em F0 e F1. Os estudos recentes que propõem avaliar produtos alimentícios através da adição de pólen apícola, trazem de forma consensual o entendimento sobre sua importância no teor de proteínas. Conte et al. (2020) estudaram pães sem glúten, variando de 0 a 5% em acréscimo de pólen entre as fórmulas, obtendo médias entre 3,9 a 4,44%; Dundar (2021) estudou biscoitos, obteve intervalo de 0 a 15% em acréscimo de pólen entre as fórmulas, e médias entre 9,60 a 10,36%; Sokmen et al. (2022) estudaram biscoitos, com percentuais de composição entre 0 a 15% em acréscimo de pólen entre as fórmulas, e obteve valores médios de 9,73 a 10,22%; e Santos et al. (2022) estudam barras de cereal, com resultados de 10 a 15% em acréscimo de pólen entre as fórmulas, e obteve médias variando de 9,20 a 10,60%;

Para as proteínas, esse estudo está em conformidade com a literatura atual. Comparando a amostra controle, F0, com as demais, observa-se um aumento no resultado desse macroelemento, principalmente relacionado à amostra F2 que chegou a ultrapassar o teor de 7,0%. Ressalta-se que esses valores são alcançados em virtude da composição do pólen, a qual pode oscilar de acordo com a origem floral (Szczena et al. 2002). Em razão disso, diferentes pólenes podem atribuir características químicas distintas em alimentos, inclusive em relação ao teor de proteínas. Végh et al. (2023) confrontando três formulações iguais de biscoito feitos com pólen apícola de origem monofloral diferente a 10%, sendo eles de Colza (*Brassica napus*), Girassol (*Helianthus annuus*) e Facélia-



azul (*Phacelia tanacetifolia*), deteve como teor de proteínas dos produtos os valores de 6,49%, 5,44% e 6,56% respectivamente. Todos, ainda superiores à amostra de controle (5,43%), para o presente estudo.

Os valores médios de fibra bruta entre F0 e F4 alternaram entre 15,54% e 14,99%, apresentando-se estatisticamente semelhantes a análise de probabilidade pelo teste de Tukey a 5%, sem diferenças significativas (Tabela 3). O pólen apícola, utilizado na elaboração dos *cookies*, resultou no teor de 1,49% em fibras brutas (Tabela 2). Em razão do pequeno valor apresentado, o acréscimo de concentração do pólen nas formulações não foi significativo sobre esse parâmetro. Esse resultado encontra-se em desacordo com Krystykan et al. (2015), que também avaliaram o teor de fibra bruta em um estudo de biscoitos enriquecidos com pólen. O maior percentual de fibra bruta (1,89%) coincidiu com o produto de maior concentração de pólen (10%), enquanto no presente estudo, ocorreu o oposto (Tabela 3). As divergências ocorrem principalmente pela proporção de farinhas de trigo e de pólen nas composições. Em Krystykan et al. (2015), utilizou-se farinha de trigo (2,30% de fibra bruta – Vitat, 2023) e nessa pesquisa, farinha de trigo integral (11,55% de fibra bruta – Vitat, 2023). Logo, os resultados aqui apresentados se tornaram mais expressivos, em relação a esse parâmetro, visto a maior concentração de farinha de trigo integral na composição (F0 – 15,54%).

Ao avaliar os valores de carboidratos, percebe-se que o acréscimo de pólen apícola nas formulações tenderam a diminuir os percentuais de carboidratos totais. A amostra F0 apresentou maior teor de carboidratos (54,28%) quando comparado com as formulações F1, F2 e F3, com teores de 49,52%, 46,31% e 49,13% respectivamente, sendo estatisticamente semelhantes (Tabela 3). Com a diminuição na proporção de farinha de trigo integral em relação ao aumento de concentração de pólen, esse resultado é esperado, visto que o primeiro apresenta cerca de 72,60% em carboidratos (TACO, 2011) e o pólen apícola utilizado cerca de 58,48% (Tabela 2). Os mesmos resultados foram observados por Krystyjan et al. (2015), Dundar (2021), Sokmen et al. (2022), e Végh et al. (2023). Os produtos alimentícios elaborados com menores proporções de carboidratos foram os enriquecidos com maiores concentrações de pólen. Krystyjan et al. (2015) alcançaram o resultado de 63,84% no teor de carboidratos totais com 10% de pólen; Dundar (2021), o resultado de 57,37% com 15% de pólen; Sokmen et al. (2022), o resultado de 59,06% em 15% de pólen; e Végh et al. (2023), o resultado de 76,24% em 10% de pólen (origem monofloral da Facélia-azul - *Phacelia tanacetifolia*). As diferenças entre esses estudos podem ser justificadas pela caracterização do pólen utilizado, bem como demais ingredientes das formulações.

O valor energético das formulações obteve resultados similares estatisticamente, com médias variando entre 531,38 Kcal/100g até 520,75 Kcal/100g entre a amostra de controle e a de maior concentração de pólen, 12% (Tabela 3). Com o acréscimo de pólen, observa-se que há um aumento no teor de proteínas e diminuição de carboidratos, o que pode levar a um número similar de Kcal entre as formulações (Brasil 2005), visto que a quantidade de lipídeos permanece semelhante.

Végh et al. (2023)², variando o pólen em um intervalo de 0 a 10%, encontrou os valores de: 434,51 a 435,76 kcal para o biscoito com pólen de pólen de Colza (*Brassica napus*); 434,51 a 439,76 kcal, para o biscoito com pólen de Girassol (*Helianthus annuus*); 434,51 a 439,74 kcal, para o biscoito com pólen de Facélia-azul (*Phacelia*). Sokmen et al. (2022) variando o pólen em um intervalo de 0 a 15%, encontraram os valores de 484,73 a 547,30 kcal. Dundar (2021), com a mesma variação de pólen, 478,27 a 498,80 kcal. Para Krystyjan et al. (2015), variando o pólen em um intervalo de 0 a 10%, encontrou 486 a 474 kcal.

Todos os estudos diferem em resultados em razão das distinções entre as formulações. O maior, encontra-se em Sokmen et al. (2022), seguido por essa pesquisa. Ao comparar os macroelementos das composições, as

² Calculado a partir da metodologia Brasil (2005).



maiores discrepâncias então relacionadas ao valor de lipídeos, o que pode acarretar diretamente na alteração do valor energético, visto que equivale a 9kcal/g (Brasil, 2015). O maior teor de lipídeos, dentre os estudos mencionados no último parágrafo, é o do presente estudo com a média máxima de 33,02%, seguido pelo estudo de Sokmen et al. (2022) – 30,02% e Dundar (2021) – 25,32%, contribuindo para os maiores valores de teor energético. Diferentemente das demais, essa pesquisa foi a única a qual incluiu manteiga nas formulações, que pode ter sido a responsável pelo acréscimo no teor de lipídeos, visto que é composta por 81,11% de gordura (TACO 2011).

Análise microbiológica

Todos os resultados das análises microbiológicas das formulações atenderam a Instrução Normativa nº 161/2022, da ANVISA, obtendo resultados de ausência para os parâmetros avaliados (Tabela 4).

Tabela 4: Valores das análises microbiológicas dos biscoitos formulados com pólen em pó da Caatinga.

Parâmetros microbiológicos	Formulações				Instrução Normativa nº 161/2022 da ANVISA
	F0	F1	F2	F3	
Bolores e leveduras (UFC/mL)	< 10 ¹	< 10 ¹	< 10 ¹	< 10 ¹	10 ² - 10 ⁴
Coliformes totais a 35 °C (NMP/g)	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	-
Escherichia <i>E.coli</i> (UFC/ml)	< 10 ¹	< 10 ¹	< 10 ¹	< 10 ¹	10

F0 – 0g de pólen; F1 – 10g de pólen; F2 – 20g de pólen; F3 – 30g de pólen.

Fonte: Autoria própria, 2023, de acordo com BRASIL, 2022.

De acordo com Cabello et al. (2021), as *Enterobacteriaceae* é o grupo de bactérias principal presente na microbiota do intestino de abelhas melíferas saudáveis e são utilizadas como indicador de higiene do procedimento e manuseio do produto. Nos biscoitos não foi detectada presença de coliformes a 35 °C (coliformes totais) e de coliformes a 45 °C (coliformes termotolerantes), sendo um indicativo que a produção dos biscoitos ocorreu em boas condições de higiene, manuseio e processamento adequado. Conforme Zanatta et al. (2010) a presença desses micro-organismos pode não significar contaminação direta de origem fecal, mas pode ser oriundo de uma manipulação inadequada. O mesmo resultado foi obtido em Freitas (2020), ao avaliar bolos enriquecidos com pólen apícola, confrontado também com os mesmos parâmetros da legislação brasileira (Brasil 2022).

Os alimentos com reduzidos teores de umidade possuem resistência ao desenvolvimento de micro-organismos e o processo de assamento de biscoitos pode eliminar alguns micro-organismos sobreviventes oriundos do processamento. Em razão de suas características como um ingrediente seco e higroscópico (Conte et al. 2020), o pólen apícola vem sendo estudado com o papel inibidor de crescimento de bactérias e leveduras em alimentos (Carpes et al. 2009. Novaković et al. 2021;). Esses micro-organismos podem causar deterioração e diminuir o prazo de validade, razão pela qual programas de controle devem ser implementados (De-Melo et al. 2015).



Análise Sensorial

Para a análise sensorial dos biscoitos à base de pólen, os julgadores recrutados foram 100 pessoas consumidoras de biscoitos tipo *cookies*, com a faixa etária de 18 a 60 anos dos sexos feminino e masculino. Na Tabela 5 tem-se a média dos atributos avaliados (cor, aroma, sabor, textura, impressão global e intenção de compra) das quatro formulações elaboradas, enquanto na Tabela 7 o Índice de Aceitabilidade.

Tabela 5: Valores médios da análise sensorial por atributo.

Formulação	Atributos					
	Cor	Aroma	Sabor	Textura	IG	IC
F0	7,59a±1,4	7,27a±1,6	8,08a±1,3	7,94a±1,3	8,05a±1,2	4,50a±0,7
F1	7,44a±1,6	7,28a±1,4	7,92a±1,3	7,69a±1,6	7,79a±1,4	4,19ab±1,0
F2	7,32a±1,4	7,25a±1,5	7,69a±1,4	7,60a±1,5	7,79a±1,3	4,04b±1,1
F3	7,57a±1,3	7,13a±1,5	7,69a±1,4	7,71a±1,4	7,85a±1,2	4,22ab±1,0

F0 – 0g de pólen; F1 – 10g de pólen; F2 – 20g de pólen; F3 – 30g de pólen.

IG: Impressão Global. IC: Intenção de compra.

Valores expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de significância.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Tabela 7: Resultados do Índice de Aceitabilidade dos biscoitos formulados com pólen em porcentagem.

Formulação	Cor	Aroma	Sabor	Textura	IG	IC
F0	84,36	80,76	89,81	88,27	89,40	90,00
F1	82,61	80,86	87,96	85,49	86,52	83,70
F2	81,38	80,56	85,49	84,47	86,52	80,74
F3	84,16	79,22	85,49	85,70	87,24	84,44

F0 – 0g de pólen; F1 – 10g de pólen; F2 – 20g de pólen; F3 – 30g de pólen.

Fonte: Autoria própria, 2023.

A cor é um dos fatores mais importantes na seleção de produtos alimentícios (Calvo et al. 2001). Com relação a esse parâmetro, as formulações não indicaram diferenças estatísticas entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey, variando entre 7,32 e 7,59 na escala, classificada em “gostei moderadamente”. Assim, as



amostras apresentaram a mesma coloração através da caracterização visual e a adição do pólen não influenciou na percepção do painel (Figura 1). O mesmo resultado foi encontrado por Végh et al. (2023), quando comparado biscoitos a base de pólen apícola de origem floral girassol (*Helianthus annuus*) em proporções de 2, 5 e 10% e por Lazcano-Hernandez et al. (2019), quando comparado pães a 5, 7 e 10%.

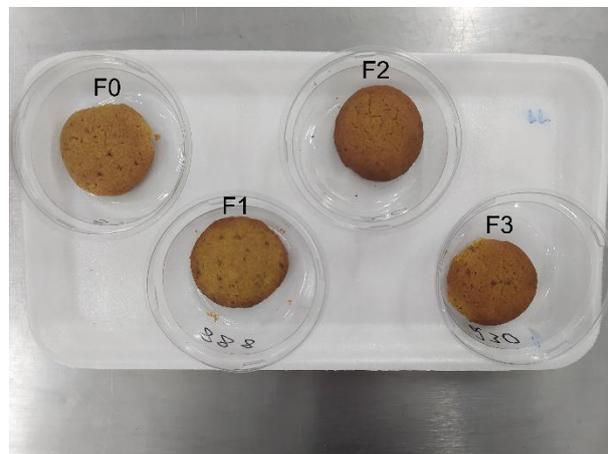


Figura 1: Aspecto visual das amostras de biscoitos formulados com pólen em pó. Fonte: Autoria própria, 2023.

O aroma manteve-se estatisticamente semelhante entre as formulações, com a maior média para a F2 de 4% (7,25), classificadas na escala como “gostei moderadamente”. Porém, Krystyjan et al. (2015) comprovam que diferentes proporções de pólen, assim como o tempo de armazenamento dos biscoitos, podem gerar diferenças nos sentidos. A maior média encontrada refere-se ao biscoito com 2,5% (menor proporção), após um mês armazenado. Yerlikaya (2014) teve as pontuações mais baixas no leite fermentado de maior concentração de pólen (20mg/ml).

Em relação ao sabor, a maior média foi a da amostra de controle (8,08 – classificada como “gostei muito”), seguida pela F1 (7,92 – classificada como “gostei moderadamente”), todavia, não indicaram diferenças estatísticas entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. A análise sensorial do sabor também foi retratada em Karabagias et al. (2018) com a maior média de iogurtes enriquecidos para os produtos com menor concentração de pólen (0,5%). Lazcano-Hernandez et al. (2019) também não encontraram diferenças estatísticas, porém, seguiu os mesmos resultados com a menor média no produto de maior concentração (7%)

Para o parâmetro de textura, a maior média encontrada foi para a F0 (7,94), seguida pela F3 (7,71) – ambos estatisticamente iguais e classificados como “gostei moderadamente”. Porém, houve comentários pelos julgadores de que a F0 e F1 apresentavam textura “emborrachada”. Santos et al. (2022) também não encontraram diferenças estatísticas ao enriquecer barras de cereal com pólen de abelha (10 a 15%), porém Krystyjan et al. (2015) determinaram que a melhor textura foi a da amostra controle, sem armazenamento.

Apesar de tais resultados, quando comparado a Impressão Global, a F3, com maior porcentagem de pólen (12%) teve a segunda maior média (7,85 – “gostei moderadamente”), seguida da de controle (8,05 – “gostei muito”), também estatisticamente semelhantes. Esses resultados se assemelham a Sokmen et al. (2022) e Dundar (2021) visto que nesses estudos os *cookies* de 10% de pólen apícola foram os com maiores médias para esse atributo. Todavia, Végh et al. (2023) retratam biscoitos com 10% foram menos aceitos para todos os tipos avaliados - pólen de Colza (*Brassica napus*); pólen de Girassol (*Helianthus annuus*); e pólen de Facélia-azul (*Phacelia*).

As diferenças estatísticas foram observadas apenas no atributo Intenção de Compra. A formulação de controle teve a maior média (4,50), seguida pela F3 (4,22), ambas classificadas como “possivelmente compraria”.



Em conformidade com os resultados da Impressão Global, os melhores resultados para Intenção de Compra se mantiveram como biscoitos a 10% (Sokmen et al. 2022; Dundar 2021) e a 2% (Végh et al. 2023).

É válido ressaltar que, embora o resultado sobre a Intenção de Compra pareça mais favorável à amostra de controle (F0) nesse estudo, as fichas de análise sensorial permitiram aos julgadores realizar comentários sobre as formulações, que devem fazer parte dessa análise. Foi afirmado por um julgador em ficha que: “se eu soubesse as características nutricionais do produto e uma das amostras tivesse maior valor de proteínas, escolheria essa”. Também houve comentários de que todas as amostras tinham ótimo sabor, e que a compra e aquisição poderia ser feita para qualquer uma delas.

Conforme Tabela 7, comprova-se que diferentes concentrações de pólen apícola utilizados na formulação são sensorialmente aceitas em todos os atributos sem diferenças significativas (>70% – Dutcosky 2013).

Os resultados indicam que a diferença na quantidade de pólen entre as formulações é pequena e que para o consumidor (ou julgador não treinado) não é possível definir sensorialmente diferenças (Lazcano-Hernandez et al. 2019). As variações entre formulações foram de 4% de pólen apícola.

Conclusões

- O pólen apícola coletado, beneficiado e caracterizado obteve alto índice de proteína (20,28%), comprovando seu papel importante e potencial como insumo na fabricação de alimentos;
- Em confronto com a Instrução Normativa nº 03/2001 do Ministério da Agricultura (Brasil 2001), o pólen apícola não atendeu as expectativas para fins de comercialização em relação aos parâmetros de umidade (9,67%) e de fibras brutas (1,49).
- Após a análise físico-química das quatro formulações de *cookies*, constatou-se a partir do acréscimo na concentração de pólen, quando comparada à controle: aumento na média do teor de proteínas (intervalo entre 5,50% - 7,02%) e de cinzas (4,82% - 8,86%); diminuição no teor fibra bruta (15,54% - 14,99%) e carboidratos (54,28% - 49,13%); sem alterações significativas na média de teor de lipídeos (32,47% - 33,02%) e valor energético (531,38 kcal/100g – 525,21 kcal/100g);
- Não houve presença de microrganismos patogênicos, respeitando as recomendações da Instrução Normativa nº 161/2022, da ANVISA;
- Dentre todos os parâmetros avaliados sensorialmente, o biscoito a 0% de concentração de pólen teve as maiores médias, exceto pelo aroma (biscoito a 4%). Entretanto, estatisticamente, os valores foram iguais para todos os atributos, exceto para a o parâmetro de intenção de compra.
- A análise sensorial apresentou como resultado aceitabilidade de quaisquer atributos em todas as formulações estudadas (>7,0 – Dutcosky 2013).
- As formulações aqui apresentadas podem ser inseridas no mercado, visto seu valor nutricional, sua aceitabilidade e seu papel como alimento sustentável em consonância com os preceitos e objetivos da Agenda 2030.
- Diante dos resultados obtidos, sugere-se estudos aprofundados em produtos enriquecidos com pólen com maiores diferenças de concentração entre as formulações.

Referências

Almeida-Muradian LB, Pamplona LC, Coimbra S, Barth OM 2005. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis* 18: 105-111.



American Public Health Association (APHA) 2015. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Vol. XV, Yvonne Salfinger, Mary Lou Tortorello, Washington DC, 995 pp.

Ares AM, Valverde S, Bernal JL, Nozal MJ, Bernal J 2018. Extraction and determination of bioactive compounds from bee pollen. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 147: 110-124.

Bligh EG, Dyer WJ 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry Physiology* 37: 911-917.

Borlachenco NGC, Cereda MP, Araújo GM, Padial NPM 2017. Aspectos legais da recuperação de áreas degradadas em áreas de preservação com apicultura de *Apis mellifera*. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental* 6 (2): 56-78.

Both JPCL, Kato OR, Oliveira TF 2009. Perfil socioeconômico e tecnológico da apicultura no município de Capitão Poço, estado do Pará, Brasil. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento* 5 (9): 199-213.

Braga RC, Monteiro LLL, Nascimento KKB, Rabelo e Silva FM, Lima AF 2019. Elaboração e caracterização de mousse de siriguela (*Spondias purpurea*) adicionado de pólen apícola. *Conexões Ciência e Tecnologia* 13 (5): 85-90.

Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA 2005. Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação às indústrias de alimentos, 2º versão, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Brasil, Ministério da Saúde 2001. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001: Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF.

Brasil, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária 2001. Instrução Normativa nº 3, de 19 de janeiro de 2001. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de apitoxina, cera de abelha, geléia real, geléia real liofilizada, pólen apícola, própolis e extrato de própolis. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF.

Cabello JR, Serrano S, Rodríguez I, Garcia-Valcárcel AI, Hernando MD, Flores JM 2021. Microbial decontamination of bee pollen by direct ozone exposure. *Foods* 10: 2593.

Calvo C, Salvador A, Fiszman S 2001. Influence of colour intensity on the perception of colour and sweetness in various fruitflavoured yoghurts. *European Food Research and Technology* 213: 99–103.

Campos MGR, Bogdanov S, Almeida-Muradian LB, Szczesna T, Mancebo Y, Christian F, Ferreira F 2008. Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research* 47 (2): 154-161.

Carpes ST, CabraL ISR, Rosalen PL, Alencar AM, Masson ML 2009. Caracterização do potencial microbiano dos extratos de pólen apícola na região sul do Brasil. *Alimentos e Nutrição* 20 (2): 271-277.

Carpes ST 2008. Estudo das características físico-químicas e biológicas do pólen apícola de *Apis mellifera* da região Sul do Brasil. Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná, 248 pp.

Carthy McU, Usysal I, Badia-Melis R, Mercier S, O'Donnell C, Ktenioudaki A 2018. Global food security – issues, challenges and technological solutions. *Trends in Food Science & Technology* 77: 11-20.



- Castiglioni S, Stefano M, Astolfi P, Pisani, M, Carloni P 2022. Characterisation of bee pollen from the marche region (italy) according to the botanical and geographical origin with analysis of antioxidant activity and colour, using a chemometric approach. *Molecules* 2: 7996.
- Conte G, Benelli G, Serra A, Signorini F, Bientinesi M, Nicolella M, Mele M, Canale A 2017. Lipid characterization of chestnut and willow honeybee-collected pollen: impacto freeze-drying and microwave-assisted drying. *Journal of Food Composition and Analysis* 55: 12-19.
- Conte P, Del Caro A, Urgeghe PP, Petretto GL, Montanari L, Piga A, Fadda C 2020. Nutritional and aroma improvement of gluten-free bread: is bee pollen effective? *LWT – Food Science and Technology* 118: 108711.
- Coronel BB, Grasso D, Pereira, SCG, Fernández G 2004. Caracterización bromatológica del polen apícola argentino. *Ciencia, Docencia y Tecnologia* 15 (19): 145-181.
- Couto BO, Marques JAP, Sales N, Silva I, Lopes RA 2020. Apicultura proporcionando emprego e renda para agricultores familiares de Porangatu – GO. In *Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia. Cadernos de Agroecologia, São Cristovão*.
- De-Melo AAM, Estevinho MLMF, Almeida-Muradian LB 2015. A diagnosis of the microbiological quality of dehydrated bee-pollen produced in Brazil. *Letters in Applied Microbiology* 61: 477-483.
- Dundar AN 2021. Total phenolic and antioxidante bioaccessibilities of cookies enriched with bee pollen. *Journal of Food Processing and Preservation* 46: 11-11.
- Dutcosky SD 2013. *Análise sensorial de Alimentos. Vol. IV, Champagnat, Curitiba, 426 pp.*
- Estevinho ML, Rodrigues S.; Pereira AP, Feas X 2012. Portuguese bee pollen: palynological study, nutritional and microbiological evaluation. *International Journal of Food Science and Technology* 47: 429–435.
- Ferreira, DFS 2019. A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria* 37 (4): 529–535.
- Freitas JVM, Sousa FJ, Santos JKF, Silva FS, Silva RHD, Silva MS, Gonsalvez HRO 2020. Produção de bolo com substituição parcial da farinha de trigo por pólen apícola produzido na Caatinga-Ceará-Brasil. *Research, Society and Development* 9 (10): 1-13.
- García J B, Cuevas F I H 2020. Apicultura: su contribución al ingreso de los hogares rurales del sur de Yucatán. *Península* 15 (2): 9-29.
- Instituto Adolfo Lutz 2008. *Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. 4ª edição, Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea, São Paulo, 1020 pp.*
- Karabagias, IK, Karabagias VK, Gatzias, I, Riganakos I G 2018. Bio-functional properties of bee pollen: the case of “bee pollen yoghurt”. *Coatings* 8: 423, 2018.
- Khalifa SAM, Elashal MH, Yosri N, Du M, Musharraf SG, Nahar L, Sarker SD, Guo Z, Cao W, Zou X, El-Wahed A, Xiao J, Omar HA, Mohamed-Elamir FH, El-Seedi HR 2021. Bee Pollen: current status and therapeutic potential. *Nutrients* 13: 1876.



Krystyjan M, Gumul D, Ziobro R, Korus A 2015. The fortification of biscuits with bee pollen and its effect on physicochemical and antioxidant properties in biscuits. In press LWT – Food Science and Technology.

Lazcano-Hernández M, Navarro-Cruz AR, Sanchez RAS, Hernandez-Abundez JA, Zerón-Alvarado CA, Pereira DS 2019. Incorporación de harina de polen en panificación. Revista Verde de Agroecología e Desenvolvimento Sustentável 14 (1): 48-54.

Lourenço MSM, Cabral, JEO 2016. Apicultura e sustentabilidade: visão dos apicultores de Sobral (CE). Revista em Agronegócio e Meio Ambiente 9 (1): 93-115.

Manning R, Harvey M 2002. Fatty acids in honeybee-collected pollens from six endemic Western Australian eucalypts and the possible significance to the Western Australian beekeeping industry. Australian Journal of Experimental Agriculture 42: 2017-2023.

Melo ILP, Freitas AS, Barth, OM, Almeida-Muradian LB 2009. Correlation between nutritional composition and floral origin of dried bee pollen. Revista Instituto Adolfo Lutz 68 (3): 346-353.

Modro AFH, Silva IS, Luz CFP, Message D 2009. Analysis of pollen load based on color physicochemical composition and botanical source. Anais da Academia Brasileira de Ciências 81: 281-285.

Novaković A, Djekic I, Pesic M, Kostic A, Milincic D, Stanisavljevic N, Radojevic, A, Tomasevic I 2021. Bee pollen powder as a functional ingredient in frankfurters. Meat Science 182: 108621.

Omran NSM 2011. Wintering of Honeybee Colonies (*Apis mellifera* L.) by using a new technique during winter Season in Sohag Region, Egypt. Journal of Applied Science Research 7 (2) 174-182.

Prediger CL, Ahlert A 2018. Ética e educação ambiental: lugares privilegiados na apicultura. Ensaios e Ciências 22 (2): 70-78.

Santos CS, Ribeiro, AS 2009. Apicultura uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável. Revista Verde 4 (3): 1-6.

Santos TR, Melo JS, Santos AV, Severino P, Lima AS, Souto EB, Zielinska A, Cardoso JC 2022. Development of a protein-rich by-product by 2³ factorial design: characterization of its nutritional value and sensory analysis. Molecules 27: 8918.

Sattler JAG, Melo ILP, Granato D, Araújo E, Freitas ASF, Barth OM, Sattler A, Almeida-Muradian LB 2015. Impact of origin on bioactive compounds and nutritional composition of bee pollen from southern Brazil: A screening study. Food Research International 77: 82-91.

Serra Bonvehí J, Pere Lopez, A 1986. Etude microbiologiques du pollen d'abeilles. Rev. Franç. Apic. 79: 259-266.

Silva RA, Torres MBR 2020. Sustentabilidade e educação ambiental na agricultura familiar: o caso de uma cooperativa no semiárido potiguar. Sociedade e Ambiente no Semiárido: controvérsias e abordagens 55: 300-313.



Silva TJ, Soares EM, Navas R 2020. Apicultura como atividade de desenvolvimento e conservação do bioma Caatinga: um estudo de caso no sertão de Alagoas. *Campo-território: revista de geografia agrária* 15 (38): 412-432.

Sokmen O, Ozdemir S, Dundar AN, Cinar A 2022. Quality properties and bioactive compounds of reduced-fat cookies with bee pollen. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 29: 100557.

Szczesna T 2006. Long-chain fatty acids composition of honeybee collected pollen. *Journal of Apicultural Science* 50: 65–79.

Szczesna T, Rybak-Chielewska H, Chmielewski W, 2002. Sugar composition of pollen loads harvested at different periods of the beekeeping season. *Journal of Apicultural Science* 46 (2): 107–115.

Tolera K, Tura B, Admasu A, Kasim R 2021. Beekeeping promotes conservation of traditional home-gardens in Ethiopia. *Journal of Agriculture and Environment for International Development* 115 (2): 23-37.

Vasconcelos MRS, Duarte AWF, Gomes EP, Silva SC, López AMQ 2017. Physicochemical composition and antioxidante potential of bee pollen from diferente botanical sources in Alagoas, Brazil. *Ciência e Agrotecnologia* 41 (4): 447-458.

Végh R, Csóka M, Stefanovits-Bányai E, Juhász R, Sipos L 2023. Biscuits enriched with monofloral bee pollens: nutritional properties, Techno-functional parameters, sensory profile, and consumer preference. *Foods* 12 (18).

Villanueva MTO, Marquina AD, Serrano RB, Abellán G. B 2002. The importance of bee-collected pollen in the diet: a study of its composition. *Internacional Journal of Food Sciences and Nutrition* 531: 217-224.

VITAT [homepage on the internet]. São Paulo: Tabela nutricional: informação de alimentos [cited 2023 oct 20] Available from:

<https://vitat.com.br/alimentacao/busca-de-alimentos>.

Yang K, Wu D, Ye X, Liu D, Chen J, Sun P 2013. Characterization of chemical composition of bee pollen in China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*: 1-31.

Yerlikaya O 2014. Effect of bee pollen supplement on antimicrobial, chemical, rheological, sensorial properties and probiotic viability of fermented milk beverages. *Mljekarstvo* 64 (4): 268-279.

Zanatta CL, Schlabit C, Ethur EM 2010. Avaliação físico-química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização. *Revista Alimentos e Nutrição* 21 (3): 459-468.