

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE – IFRN
CAMPUS NATAL CENTRAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM USO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS NATURAIS

BRENDA KAROLINE TIBURCIO COELHO

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITO À BASE DE PÓLEN
APÍCOLA**

NATAL
2023

BRENDA KAROLINE TIBURCIO COELHO

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITO À BASE DE PÓLEN
APÍCOLA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, na linha de pesquisa de Sustentabilidade e Gestão dos Recursos Naturais

Orientador: Dr. Rômulo Magno Oliveira de Freitas
Coorientadora: Dra. Elisabete Pianco de Sousa

NATAL
2023

Coelho, Brenda Karoline Tiburcio.
C672e Elaboração e caracterização de biscoito à base de polén apícola /
Brenda Karoline Tiburcio Coelho. – 2023.
61 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

Orientador: Dr. Rômulo Magno Oliveira de Freitas.

Coorientadora: Dra. Elisabete Pianco de Sousa.

1. Alimentação sustentável. 2. Polén apícola – Biscoito. 3.
Apicultura. 4. Segurança alimentar. I. Título.

CDU 502.1:638.1

BRENDA KAROLINE TIBURCIO COELHO

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITO À BASE DE PÓLEN APÍCOLA


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, na linha de pesquisa de Sustentabilidade e Gestão dos Recursos Naturais

Orientador: Dr. Rômulo Magno Oliveira de Freitas
Coorientadora: Dra. Elisabete Pianco de Sousa


Aprovado em 31 de outubro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente


 ROMULO MAGNO OLIVEIRA DE FREITAS
Data: 18/12/2023 18:17:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Rômulo Magno Oliveira de Freitas – Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Elisabete Pianco de Sousa  Assinado de forma digital por
Elisabete Pianco de Sousa
Dados: 2023.12.18 19:25:55
-03'00"


Dra. Elisabete Pianco de Sousa – Coorientadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Documento assinado digitalmente

 JOAO TEIXEIRA DE CARVALHO NETO
Data: 08/01/2024 17:16:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. João Teixeira de Carvalho Neto – Membro interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Documento assinado digitalmente

 NATIELI PIOVESAN
Data: 08/01/2024 09:43:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Natíeli Piovesan - Membro externo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

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. É composto por proteínas, carboidratos, lipídios, compostos fenólicos, bioelementos bem como vitaminas, apresentando um excelente perfil nutricional. Com o intuito de aumentar sua ingestão diária, o estudo de novos produtos alimentícios enriquecidos torna-se relevante. Logo, essa pesquisa objetivou elaborar e caracterizar um biscoito tipo *cookies* a base de pólen apícola, coletado em área de caatinga. Após a coleta e caracterização centesimal do pólen, quatro formulações de biscoito tipo *cookies* foram elaboradas com diferentes concentrações de pólen apícola (a 0%, 4%, 8% e 12%), os quais foram posteriormente avaliados por meio de análises físico-químicas, microbiológicas 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.

Palavras-chave: Alimentação Sustentável. Apicultura; Elaboração de novos produtos; Proteína; Segurança Alimentar.

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. 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 their insertion into the market.

Keywords: Sustainable Food. Beekeeping; Development of new products; Protein; Food Security.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Mapa ilustrativo de localização do IFRN – Campus Pau dos Ferros. | 13 |
| Figura 2: Fluxograma de etapas metodológicas..... | 15 |
| Figura 3: Coleta do pólen. | 16 |
| Figura 4: Fluxograma de processamento do pólen apícola..... | 17 |
| Figura 5: Valores médios do teor de umidade (%) de diferentes formulações. | 27 |
| Figura 6: Valores médios do teor de cinzas (%) de diferentes. | 28 |
| Figura 7: Valores médios do teor de lipídeos (%) de diferentes formulações. | 29 |
| Figura 8: Valores médios do teor de proteínas (%) de diferentes formulações. | 29 |
| Figura 9: Valores médios do teor de fibra bruta (%) de diferentes formulações..... | 31 |
| Figura 10: Valores médios do teor de carboidratos totais (%) de diferentes formulações..... | 33 |
| Figura 11: Valores médios do valor energético em Kcal/100g | 34 |
| Figura 12: Gráfico de análise sensorial | 39 |
| Figura 13: Coloração das amostras. | 40 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: ODSs relacionados à pesquisa. | 5 |
| Tabela 2: Formulações de biscoitos cookies e as diferentes proporções dos ingredientes..... | 19 |
| Tabela 3: Caracterização físico-química do pólen apícola | 23 |
| Tabela 4: Análise físico-química das formulações. | 26 |
| Tabela 5: Comparação de valores energéticos de estudos com formulações de biscoitos a base de pólen apícola. | 34 |
| Tabela 6: Análise microbiológica das formulações..... | 36 |
| Tabela 7: Atributos avaliados na análise sensorial dos biscoitos. | 38 |
| Tabela 8: Busca de anterioridade em bancos de patente | 43 |
| Tabela 9: Patentes relacionadas com o produto tecnológico. | 45 |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 | JUSTIFICATIVA..... | 2 |
| 1.2 | OBJETIVO GERAL..... | 4 |
| 1.3 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 4 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 4 |
| 2.1 | AGENDA 2030 E OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS 4 | |
| 2.2 | SEGURANÇA ALIMENTAR..... | 5 |
| 2.3 | PÓLEN APÍCOLA E SUA APLICAÇÃO | 8 |
| 2.4 | PRODUTOS A BASE PÓLEN APÍCOLA | 11 |
| 3 | METODOLOGIA | 13 |
| 3.1 | LOCALIZAÇÃO DA PESQUISA | 13 |
| 3.2 | CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA..... | 14 |
| 3.3 | ETAPAS METODOLÓGICAS | 15 |
| 3.4 | COLETA DE DADOS BIBLIOGRÁFICOS..... | 16 |
| 3.5 | OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PÓLEN APÍCOLA | 16 |
| 3.5.1 | Caracterização do pólen apícola | 17 |
| 3.6 | OBTENÇÃO DO PRODUTO ALIMENTÍCIO..... | 18 |
| 3.6.1 | Análise físico-química do produto..... | 20 |
| 3.6.2 | Análise microbiológica do produto | 20 |
| 3.7 | ANÁLISE SENSORIAL | 21 |
| 3.7.1 | Índice de Aceitabilidade | 22 |
| 3.8 | ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 22 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 23 |
| 4.1 | CARACTERIZAÇÃO DO PÓLEN APÍCOLA..... | 23 |
| 4.2 | CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO ALIMENTÍCIO..... | 25 |
| 4.2.1 | Análise físico-química..... | 25 |
| 4.2.2 | Análise microbiológica | 36 |
| 4.3 | ANÁLISE SENSORIAL | 37 |
| 5 | PRODUTO TECNOLÓGICO | 42 |
| 5.1 | CRITÉRIOS CAPES | 42 |

| | | |
|-----|------------------------------|----|
| 5.2 | BUSCA DE ANTERIORIDADE | 43 |
| 5.3 | SUBMISSÃO | 49 |
| 6 | CONCLUSÕES..... | 49 |
| 7 | REFERÊNCIAS | 51 |
| 8 | ANEXOS..... | 59 |

1 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 e Cuevas, 2019; Couto *et al.*, 2020; Silva e Torres, 2020).

No contexto de atividades que minimizem impactos ambientais, tem-se a apicultura. 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, 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, Soares e Navas, 2020), um dos mais ameaçados pelas ações antrópicas.

Both, Kato e Oliveira (2009) destaca 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).

Entretanto, a composição do pólen apícola pode ser diferente a partir de sua origem floral, geográfica ou condições de higiene e processamento. Diante disso, testes físico-químicos e microbiológicos são necessários para comprovar a segurança aos consumidores e atendimento à legislação (Vasconcelos *et al.*, 2017; De-Melo, Estevinho e Almeida-Muradian, 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 e apontar informações para futuras pesquisas.

1.1 JUSTIFICATIVA

Essa pesquisa se justifica, a princípio, pela necessidade de buscar opções de alimentos de menor impacto socioambiental e maior potencial nutritivo, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas 2, 3, 12 e 15 da Agenda de 2030.

É de pleno conhecimento que os impactos inerentes às atividades agropecuárias somados ao aumento da população, e conseqüentemente aumento na necessidade de produção de alimentos, estão associados a problemas relacionados ao desmatamento e degradação do solo. Além disso, já existem previsões a respeito da incapacidade de o sistema produtivo tradicional alimentar a população do futuro. Dessa forma, o estudo e incentivo de práticas produtivas de menor impacto ambiental são imperativas.

A apicultura é considerada uma atividade de baixo impacto ambiental, a qual favorece a biodiversidade através da polinização das abelhas e preservação de mata nativa por apicultores. Trata-se de uma atividade que contribui também para a conscientização ambiental, pelo entendimento dos produtores sobre o papel das abelhas na manutenção de espécies. Embora o principal produto dessa atividade seja o mel, outros produtos como o pólen apícola, própolis e cera também podem ser obtidos. O pólen apícola pode ser uma alternativa para a comercialização em caso de redução do preço do mel, de forma a proporcionar maior rentabilidade da atividade.

Do ponto de vista técnico, o uso do pólen apícola é justificado por possuir um bom perfil nutricional e por ser um produto pouco conhecido. Ademais, o pó do pólen, resíduo do beneficiamento, é um subproduto de baixo custo e que as vezes é descartado. A utilização desse insumo incorporado em alimentos pré-fabricados irá facilitar a sua ingestão pela população, resultando ainda no aproveitamento integral do produto.

O estímulo da utilização do pólen apícola pode gerar renda para os produtores por ser mais uma alternativa de lucratividade, conservando o meio ambiente, incentivando a mão-de-obra familiar em campo e diminuição do êxodo rural. A apicultura é uma atividade que favorece o desenvolvimento de organizações sociais, através de associações e cooperativas.

Conclui-se que estimular o consumo consciente e promover sistemas produtivos sustentáveis, tema explanado por essa pesquisa, apresenta caráter benéfico na esfera ambiental, técnica e social.

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste projeto consiste na elaboração e caracterização de biscoito tipo *cookie* a base de pólen apícola produzido em área de Caatinga.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar, obter o pólen apícola desidratado e avaliar a composição centesimal;
- Elaborar formulações de biscoito tipo cookies com diferentes concentrações de pólen apícola;
- Investigar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos do biscoito, bem como sua aceitabilidade a partir de análise sensorial realizada por escala hedônica e intenção de compra;
- Realizar o depósito de uma patente do produto obtido.

2 REFERENCIAL TEÓRICO





2.1 AGENDA 2030 E OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

Adotada em 2015 por 193 Estados Membros da Organização das Nações Unidas, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável resultou de um processo global participativo de mais de dois anos, coordenado pela ONU. Sua implementação teve início em 2016, dando continuação à Agenda de Desenvolvimento do Milênio (2000 - 2015), porém ampliando seu escopo. É um Plano de Ação Universal, composto por quatro partes principais: Declaração, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), Acompanhamento e Avaliação, Implementação. A Agenda abrange o desenvolvimento econômico, a erradicação da pobreza miséria e da fome, a inclusão social, a sustentabilidade ambiental e a boa governança em todos os níveis, incluindo paz e segurança (Brasil, 2022).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são um apelo universal à ação para acabar com a pobreza, proteger o planeta e melhorar a vida e as perspectivas de todos, em todos os lugares. Os 17 Objetivos foram adotados por todos os Estados Membros da ONU em 2015, como parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que estabeleceu um plano de 15 anos para alcançar os Objetivos (United Nations, 2022).

Em consonância com o propósito do Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais - PPgUSRN - Linha de Pesquisa em Sustentabilidade e Gestão dos Recursos Naturais, para essa pesquisa foram escolhidos dos 17 objetivos, 4 relacionados. O ODS 2 - Fome zero e Agricultura Sustentável é considerado o mais íntimo ao tema. A **Tabela 1** demonstra os ODSs definidos relacionados a esse projeto de pesquisa.

Tabela 1: ODSs relacionados à pesquisa.

| Objetivo | O que é? | Objetivo | O que é? |
|--|---|---|---|
| <p>ODS 2 Fome zero e agricultura sustentável</p>  | <p>Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição, promover a agricultura sustentável</p> | <p>ODS 3 Saúde e bem-estar</p>  | <p>Garantir uma vida saudável e promover o bem-estar para todos em todas as idades</p> |
| Objetivo | O que é? | Objetivo | O que é? |
| <p>ODS 12 Consumo e Produção Responsáveis</p>  | <p>Garantir padrões de consumo e produções sustentáveis</p> | <p>ODS 15 Vida na terra</p>  | <p>Gerir de forma sustentável florestas, combater a desertificação, parar e reverter a degradação e parar a perda de biodiversidade</p> |

Fonte: Nações Unidas, 2022. Adaptação: Autoria própria, 2022.

2.2 SEGURANÇA ALIMENTAR

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2015) define segurança alimentar como quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico, social e econômico a alimentos suficientes, seguros e nutritivos, que satisfaça as suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável.

A segurança alimentar é um conceito multidisciplinar focado em seis dimensões, são elas: (1) disponibilidade de comida, ou seja, se um alimento é potencialmente presente fisicamente; (2) acesso a comida, que inclui recursos físicos e econômicos; (3) utilização de alimentos com base em necessidades culturais e dietéticas; (4) estabilidade alimentar, ou seja, a estabilidade da sua provisão, (5) agência, o qual se relacionada à capacidade dos indivíduos ou grupos de tomar suas próprias decisões sobre os alimentos; e (6) sustentabilidade que se refere à capacidade de longo prazo de sistemas alimentares para fornecer segurança alimentar e nutrição (FAO, IFAD, UNICEF, WFP e WHO, 2022).

A fome mundial aumentou em 2020 sob a sombra da pandemia COVID-19. Depois de permanecer praticamente inalterado por cinco anos, a prevalência de subnutrição aumentou de 8,4 para cerca de 9,9% em apenas um ano, aumentando o desafio de atingir a meta do Fome Zero até 2030. Globalmente, a desnutrição em todas as suas formas continua sendo um desafio. Embora ainda não seja possível contabilizar totalmente devido aos dados limitados em virtude da pandemia COVID-19, em 2020 estima-se que 22% (149,2 milhões) de crianças menores de 5 anos foram afetados pelo atraso no crescimento, 6,7% (45,4 milhões) foram sofrendo de desperdício e 5,7% (38,9 milhões) foram afetados pelo excesso de peso. Os números reais devem ser maiores devido aos efeitos da pandemia de COVID-19 (FAO, 2021)

A insegurança alimentar não se restringe apenas à desnutrição, mas também à pandemia de sobrepeso e obesidade que o mundo enfrenta (FAO, 2019). A adoção de uma alimentação mais equilibrada, nutritiva e sustentável é uma preocupação da

Organização Mundial da Saúde (OMS) e outras organizações ligadas à segurança alimentar e saúde.

Não existe uma solução única para resolver a segurança alimentar global, pode-se deduzir também que não existe uma raiz única causa do problema (Carthy *et al.*, 2018).

Aborisade e Bach (2014) demonstram a complexidade da temática relacionando a segurança alimentar com questões sociais e ambientais existentes:

Alcançar a segurança alimentar sustentável exigirá mais do que melhorar a produtividade e lucratividade de fazendas minimizando os impactos ambientais. O conceito é mais amplo do que agricultura sustentável: ele funde objetivos de segurança alimentar das famílias e a agricultura sustentável. Exige que não olhemos apenas na oferta agregada de alimentos, mas também na distribuição de renda e terra, nos meios de subsistência das famílias e necessidades dietéticas, na distribuição e desperdício de alimentos, no status das mulheres e suas oportunidades, na fertilidade e questões populacionais e na proteção e regeneração dos recursos bases para a produção de alimentos – terrestres, aquáticos e climáticos (Aborisade e Bach, 2014, p.118).

Os impactos ambientais causados pela atividade agropecuária estão relacionados principalmente a dois fatores: à mudança do uso do solo resultante do desmatamento e da conversão de ecossistemas naturais em áreas cultivadas, e à degradação das áreas cultivadas, causada por práticas de manejo inadequados. Além disso, somam-se também aos impactos ambientais as queimadas e a contaminação ambiental decorrente do uso excessivo de fertilizantes e agrotóxicos (Sambuichi, 2012).

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 e Cabral, 2016).

É válido ressaltar que a segurança alimentar não depende apenas da disponibilidade de alimentos, mas também da sua qualidade nutricional (Farre *et al.*, 2011). Logo, a busca por fontes acessíveis de alimentos ricos em nutrientes e não

nutrientes pode ser uma alternativa para contornar a insegurança alimentar e garantir o acesso a alimentos saudáveis para a população de forma geral (Mariutti, 2021).

2.3 PÓLEN APÍCOLA E SUA APLICAÇÃO

De acordo com Guimarães (1989), pela sua natureza a apicultura é uma atividade conservadora das espécies: não é destrutiva como a maioria das atividades rurais e é uma das poucas atividades agropecuárias que preenche todos os requisitos do tripé da sustentabilidade: o econômico porque gera renda para os agricultores; o social porque utiliza a mão-de-obra familiar no campo, diminuindo o êxodo rural; e o ecológico porque não se desmata para criar abelhas.

A apicultura promove o desenvolvimento regional e conserva o meio ambiente, apresentando-se como uma atividade essencialmente ecológica, comprovadamente rentável e sustentável (Santos e 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, Kato e Oliveira (2009) destaca 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.

De acordo 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, o pólen apícola é definido pelo resultado da aglutinação do pólen das flores efetuada pelas abelhas operárias mediante néctar e suas substâncias salivares recolhidas no ingresso da colmeia. Ele pode ser classificado de acordo com seu grau de teor de água, sendo o desidratado um produto submetido ao processo de desidratação em temperatura não superior a 42°C, e com teor de água não superior a 4%.

O pólen apícola é coletado por uma grade de retenção, caindo num recipiente coletor, conjunto este denominado de coletor de pólen. No final da coleta encontram-se reunidas as bolotas de grãos de coloração variável, indicando as diversas espécies botânicas coletadas pelas abelhas, formando uma mistura conhecida por “mix” polínico, sendo este material removido pelo apicultor para o beneficiamento, comercialização e consumo humano e/ou animal (Luz e Barth, 2001).

Os metabólitos do pólen apícola incluem: proteínas, aminoácidos, enzimas, coenzimas, carboidratos, lipídios, ácidos graxos, compostos fenólicos, bioelementos e vitaminas. Devido ao excelente perfil nutricional, o pólen de abelha pode complementar a dieta humana e fornecer uma ingestão diária significativa de nutrientes (Thakur e Nanda, 2020).

A porcentagem média de proteína no pólen é de 22,7 %, incluindo os aminoácidos vitais triptofano, fenilalanina, metionina, leucina, lisina, treonina, histidina, isoleucina e valina. Esses não são sintetizados em nossos corpos, mas eles desempenham um papel importante no crescimento e na saúde. Os ácidos nucleicos, particularmente o ácido ribonucleico, estão presentes em quantidade considerável. Como fonte de energia, os carboidratos existem no pólen de abelha em 30,8% de açúcares como glicose e frutose. Cerca de 5,1% são lipídeos e 1,6% compostos fenólicos incluindo leucotrienos, catequinas, ácidos fenólicos e flavonoides. As substâncias essenciais (vitaminas e bioelementos) estão em 0,7% do material, compostas por vitaminas lipossolúveis E, A, D e as hidrossolúveis B1, B2, B6 e C, bem como os macroelementos sódio, magnésio, cálcio, fósforo e potássio e microelementos zinco, cobre, manganês, ferro e selênio (Khalifa *et al.*, 2021, p. 2).

Por ser uma mistura de pólen floral coletado pelas abelhas, 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 (Szczesna *et al.*, 2002).

Em Vasconcelos *et al.* (2017) foi realizada a avaliação da composição do pólen apícola, coletado na estação seca e de origens florais diferentes, em três mesorregiões presentes no estado de Alagoas/BR (Caatinga, Mata Atlântica e Litoral Sul) e resultados diferentes foram alcançados. Em especial na Caatinga, houve poucas variações entre as amostras em relação ao valor de proteínas, porém o valor de lipídeos foi o maior entre todas as mesorregiões, alcançando entre 4.92 – 7.74%. O valor de carboidratos foi próximo as demais regiões, atingindo a média de 432.1 mg/g.

Um estudo similar foi realizado por Sattler *et al.* (2015), dessa vez, utilizando pólen apícola coletado no sul do Brasil, nos estados de Paraná, Santa Catarina e Rio Grande Sul. Os valores de proteínas variaram entre 12g a 27g/100g, sendo o do Rio Grande do Sul significativamente maior que os demais. Para lipídeos houve uma variação entre 0.37 e 7.09g/100g e para o teor de cinzas de 1.1 a 2.7g/100g dentre todas as amostras.

A caracterização do pólen apícola é vista também em demais países. A diferença nas amostras devido a origem floral e geográfica são resultados comprovados também em Yang *et al.* (2013), Thakur e Nanda (2018) e Castiglioni *et al.* (2022).

Devido à sua composição química, alguns microrganismos podem crescer neste produto (Feás *et al.*, 2012), principalmente quando associado a elevada umidade do pólen colhido, que pode variar de 20-10% (Campos *et al.*, 2008). Dessa forma, o processo de desidratação (secagem artificial) é necessário para evitar fermentação rápida e deterioração. Baixo nível de teor de água, é crucial para prolongar a vida útil (Ares *et al.*, 2018) do produto.

Seguido da catação, o pólen apícola passa, inicialmente, por congelamento, descongelamento gradual e desidratação em estufa (40°C, ventilação em túnel de ar seco para a remoção de partículas leves). Após ser processado, o produto final poderá ser envasado de forma fracionada para ser destinado imediatamente ao mercado consumidor, ou ser armazenado em tambores de papelão contendo internamente um saco plástico atóxico (Barreto, Funari e Orsi, 2005)

De-Melo, Estevinho e Almeida-Muradian (2015) avaliaram 45 amostras de pólen de abelha desidratado em nove estados brasileiros. Todas foram negativas para *Salmonella sp.*, *E. coli* e *Staphylococcus*, resultado importante em razão da potencialidade patogênica. Todavia, foram identificadas quatorze espécies de leveduras em 26 amostras (predominando o gênero *Candida*), o que é preocupante para a saúde de consumidores e vida útil dos produtos. Em Estevinho *et al.* (2012), 60% das amostras coletadas em Portugal tiveram bolores e leveduras detectadas, porém, assim como o estudo anterior mencionado, os indicadores mais preocupantes para a saúde sanitária deram negativo. Constatou-se uma relação direta entre o crescimento de bolores e leveduras e o aumento do teor de água e pH presente nas amostras.

As práticas relacionadas ao processo de desidratação, o teor de água e o processamento pós-desidratação podem contribuir para a presença de microrganismos no produto e as condições higiênicas utilizadas pelo apicultor, bem como a manipulação do pólen apícola devem ser observadas.

O pólen apícola é utilizado e reconhecido, atualmente, pelas suas propriedades nutricionais e terapêuticas, consumido como um suplemento dietético natural de forma fresca ou seca.

Recentemente, os pesquisadores se concentraram em utilizar o pólen de abelha em sistemas alimentares, não apenas como ingrediente nutritivo, mas também como um componente funcional para melhorar as características de qualidade do produto (Thakur e Nanda, 2020, p.20).

2.4 PRODUTOS A BASE PÓLEN APÍCOLA

O pólen de abelha é referido como “um alimento perfeitamente completo”, visto que contém todos os aminoácidos essenciais necessários para o organismo humano (Pascoal *et al.*, 2014). O produto é comercializado em lojas de produtos naturais, zonas cerealistas ou diretamente com apicultores. A recomendação de ingestão diária é de 15 a 25g para adultos saudáveis e pode chegar até 15g para crianças até 12 anos (EPAGRI, 2017).

A ingestão de pólen apícola pode ser aumentada adicionando-o em alimentos de rotina, como misturando no leite, *smoothies*, iogurte, pão, biscoito, sucos de frutas, além de produtos de panificação (Thakur e Nanda, 2020). Entretanto, a aceitabilidade na ingestão de produtos com pólen apícola ainda é estudada. Apesar de não ser comum a comercialização de produtos enriquecidos com pólen, já existem resultados significativos em ensaios contendo análise sensorial.

As características sensoriais dos alimentos, como aparência, aroma, sabor e textura refletem diretamente na intenção de adquirir e/ou consumir ou não um produto pelos consumidores (Nora, 2021, p. 9). Em razão disso, utiliza-se a análise sensorial como forma de avaliar as características dos variados produtos alimentícios, usando o ser humano como instrumento de medição.

Com relação a aplicação do pólen no preparo de bolos, pôde-se concluir que o enriquecimento interfere escurecendo o produto e tornando-o mais macio. Estes

fatores foram observados nas proporções superiores à 10% de substituição, entretanto essas características não tornam o produto desagradável. É interessante que este ingrediente seja testado em outros produtos de panificação como biscoitos e pães doces a fim de aumentar sua inserção no mercado e aceitação do consumidor (Freitas, 2020).

Conte *et al.* (2020) revelou que a incorporação de percentuais de pólen apícola (de 1% a 5%) pode ser uma forma eficaz de obter pães sem glúten com melhoria nutricional, composição bioativa e aromática. Em Lazcano-Hernández (2019) todas as concentrações de pólen apícola no pão branco (1 a 10%) foram aceitas sensorialmente em todos os atributos, sem diferença significativa sendo a de 10% como a de melhor sabor e de 7% avaliada como de melhor consistência. Esse produto pode ter viabilidade comercial e também ser um subproduto para que o apicultor tenha uma alternativa de lucratividade.

Dundar (2021) avaliando sensorialmente biscoitos enriquecidos com pólen contendo 5, 10 e 15% de concentração, dentre os atributos analisados teve as melhores médias em sabor (6,00) e impressão global (6,25) para o biscoito de 10%. Em Sokmen *et al.* (2022), avaliando as mesmas concentrações no mesmo tipo de produto, a maior média de impressão global também resultou no biscoito de 10% (5,56), porém, o biscoito de 15% ganhou como de melhor sabor (5,72) e o de 5% como de melhor textura (5,91). Esses, diferem em formulações, inclusive com o proposto nessa pesquisa.

Krystyan *et al.* (2015) retrata as diferenças sensoriais que biscoitos enriquecidos com pólen podem adquirir após períodos de armazenamento. Analisando biscoitos enriquecidos com 2,5 %, 5%, 7,5% e 10%, após um mês de armazenamento o aroma melhorou para todos os biscoitos, obtendo a melhor média o de 2,5% (0,65).

Végh *et al.* (2023) demonstra que o pólen apícola, a depender da sua origem floral, pode trazer características sensoriais variadas à mesma formulação. Biscoitos enriquecidos com 2%, 5%, 10% de pólen de Colza (*Brassica napus*) ou pólen de Girassol (*Helianthus annuus*) ou pólen de Facélia-azul (*Phacelia*), obtiveram scores diferentes entre todos os atributos sensoriais avaliados.

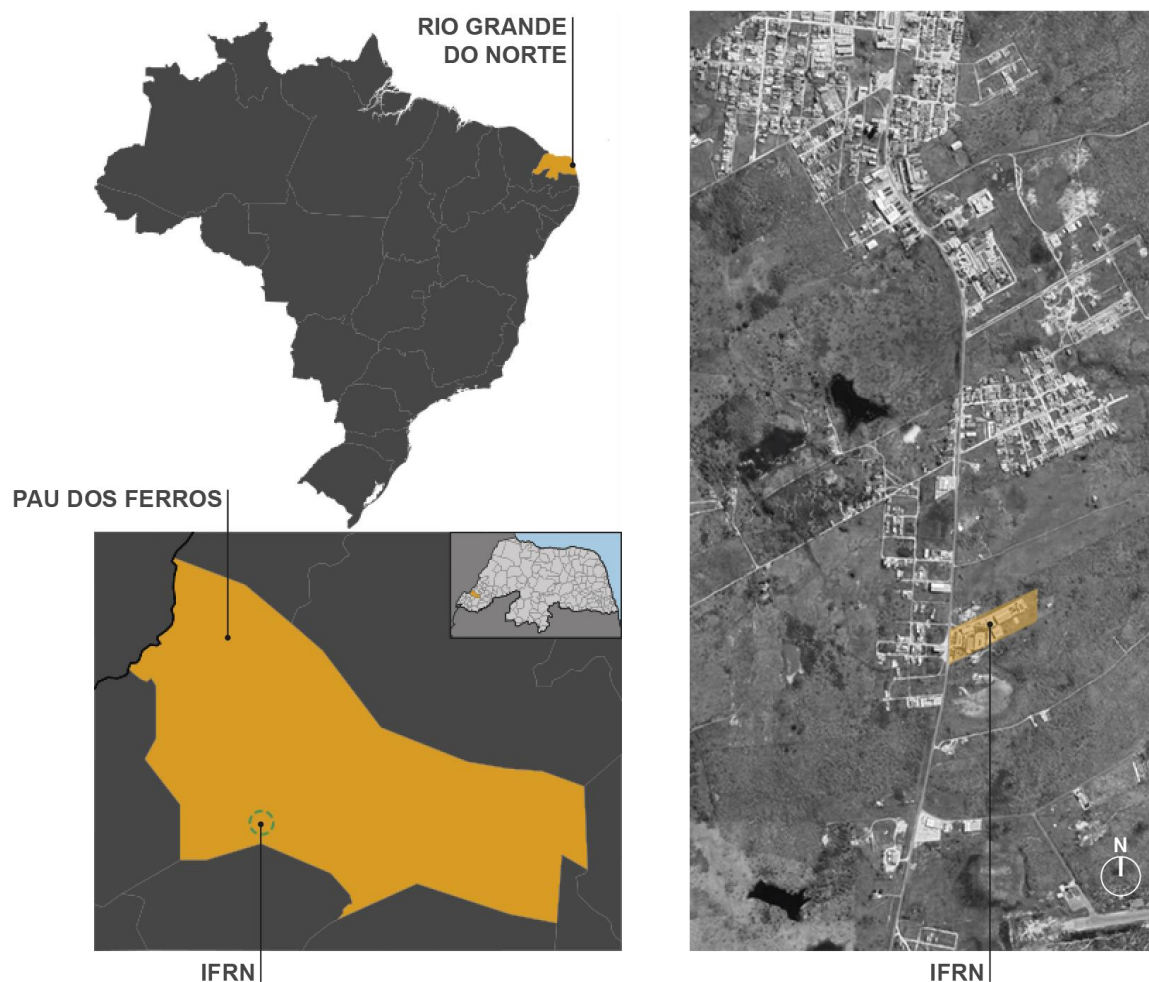
É válido ressaltar que enquanto a adição de pólen aumenta, também aumenta o total de fenol e valor de antioxidantes (Conte *et al.*, 2020). Diante dos estudos aqui discutidos, foi comprovado que esses novos produtos podem ocupar um lugar importante no mercado como alimentos funcionais

3 METODOLOGIA

3.1 LOCALIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida na Unidade Industrial do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Pau dos Ferros, localizado no município de Pau dos Ferros, durante o período de janeiro a outubro de 2023.

Figura 1: Mapa ilustrativo de localização do IFRN – Campus Pau dos Ferros.



Fonte: Google Earth, 2023. **Adaptação:** Autoria própria, 2023.

O município encontra-se totalmente inserido no bioma caatinga, reconhecido por uma vegetação formada por plantas xerófitas, com árvores baixas e arbustos, bem como pelo clima semiárido. Em Pau dos Ferros, a estação chuvosa decai geralmente sobre os meses de janeiro a maio (Vilaça e Costa, 2022).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa é caracterizada como:

- Quanto à natureza: aplicada.

Visto que é voltada à obtenção de conhecimentos para uma aplicação numa situação específica (Gil, 2017), o estudo e incentivo de práticas produtivas alimentares de menor impacto socioambiental. De acordo com Zanella (2013, p. 32), “tem como finalidade gerar soluções aos problemas humanos, entender como lidar com um problema”.

- Quanto ao objetivo: exploratória.

Segundo Gil (2017, p.33), a “pesquisa de cunho exploratória tem a finalidade de ampliar o conhecimento a respeito de determinado fenômeno”. Nesse caso, espera-se expandir o conhecimento a respeito do enriquecimento de produtos alimentícios com pólen apícola, sua aceitabilidade e relação com a segurança alimentar.

- Quanto à abordagem: quantitativa.

Para Apollinário (2004 *apud*. Menezes *et al*, 2019), no que tange a abordagem, a quantitativa se diferencia por lidar com os fatos e pela determinação e mensuração das variáveis que já devem ser dispostas pelo método. Usualmente são empregados métodos estatísticos, assim como na metodologia dessa pesquisa.

- Quanto ao procedimento de coleta: de campo.

Trata-se do processo de coleta de dados realizado no local onde ele emerge. Há uma “relação direta entre aquilo que se deseja conhecer e o espaço de suas manifestações” (Mello e Silva, 2006, p.60 *apud* Mazucato, 2018, p.65). Isso se debruça através do local escolhido para coleta de pólen e produção dos biscoitos, o

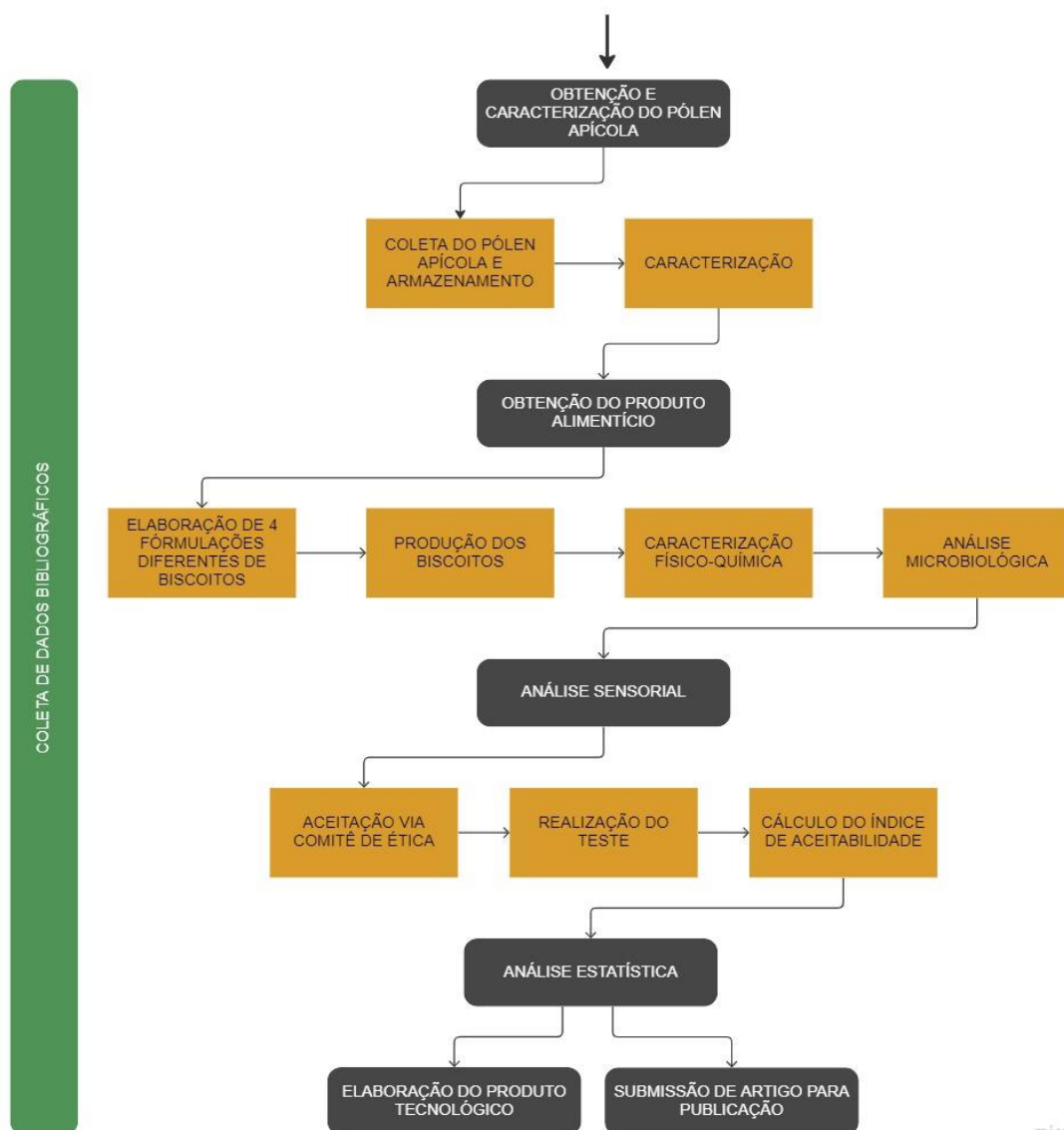
qual será o mesmo onde deverá ocorrer a Análise Sensorial gerando os resultados esperados.

3.3 ETAPAS METODOLÓGICAS

A metodologia da pesquisa é formada por 5 (cinco) etapas principais e 10 (dez) etapas subjacentes. Essas, estão divididas entre coletas em campo, análises em laboratório, análise estatística e redação do produto técnico e bibliográfico.

Na figura a seguir, é apresentado o fluxograma resumo com as etapas metodológicas que estarão descritas em maiores detalhes nos tópicos posteriores

Figura 2: Fluxograma de etapas metodológicas.



Fonte: Autoria própria, 2022.

3.4 COLETA DE DADOS BIBLIOGRÁFICOS

A coleta de dados em bibliografia ocorreu durante toda a pesquisa a partir de consultas em artigos publicados em periódicos, primordialmente. Os bancos de dados utilizados foram o Periódicos Capes e o Google Acadêmico, priorizando referências dos últimos 10 anos. As consultas foram feitas a partir de palavras-chaves, também em língua inglesa, com o intuito de alcançar a temática a nível mundial. Quando utilizado normativas ou legislações brasileiras, o alcance se deu pelo Google. O referencial teórico da pesquisa foi estruturado a partir de conceitos ou métodos necessários para elucidar ou discutir o estado da arte e problemática.

3.5 OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PÓLEN APÍCOLA

O pólen apícola foi coletado no apiário do IFRN *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 (**Figura 3**). 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. A **Figura 4** apresenta a metodologia utilizada.

Figura 3: Coleta do pólen.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Figura 4: Fluxograma de processamento do pólen apícola.



Fonte: Autoria própria, 2023.

3.5.1 Caracterização do pólen apícola

O pólen apícola foi caracterizado pelas seguintes determinações: umidade, lipídeos, proteínas, pH e fibra bruta, conforme recomendações de Campos *et al.* (2008). Todos os testes físico-químicos foram realizados em triplicata e os resultados relatados com base em amostras secas ao ar (exceto pH). Além desses parâmetros, também foram avaliados os carboidratos totais e valor energético (kcal). As análises foram realizadas em laboratório do IFRN – *Campus* Pau dos Ferros.

Umidade (%)

Foi determinado em estufa com circulação de ar na temperatura de 105 °C por 24 horas até peso constante (IAL, 2008).

Lipídeos (%)

Foram determinados pelo método de Bligh e Dyer (1959), utilizando-se, para extração dos lipídeos, solventes orgânicos (clorofórmico e metanol). Os lipídeos foram quantificados através da pesagem do resíduo após a eliminação do solvente em estufa a 105 °C (Brasil, 2005).

Proteínas (%)

A determinação foi por meio da digestão da amostra em ácido sulfúrico, liberação da amônia por adição de NaOH e titulação da amônia com HC1 (IAL, 2008).

PH

Foi determinado pelo método potenciométrico, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 (IAL, 2008).

Fibra bruta (%)

O teor de fibras se baseou no ataque das amostras em meio ácido, sendo o material a seguir lavado e seco. A quantidade de fibras analisada por gravimetria conforme a metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008).

Cinzas (%)

Foram quantificadas por incineração em mufla a 550°C, em que o material orgânico se decompõe e resta apenas o resíduo mineral (IAL, 2008).

Carboidratos totais (%)

Foi calculado por diferença - 100 menos a soma das porcentagens dos teores de umidade, lipídeos, proteínas e cinzas (Brasil, 2005).

Valor energético (Kcal/g)

Foi calculado multiplicando-se os teores de carboidratos e proteínas da amostra pelo fator de conversão 4,0 Kcal/g e o teor de lipídeos pelo fator de conversão 9,0 Kcal/g (Brasil, 2005).

3.6 OBTENÇÃO DO PRODUTO ALIMENTÍCIO

Foram feitos, inicialmente, testes preliminares com o intuito de selecionar a variação do percentual de pólen a ser adicionados nas formulações de biscoito. Na **Tabela 2** tem-se as formulações de biscoitos e as proporções dos ingredientes adquiridos em redes de 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 os 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 triturado 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%), além dos demais ingredientes.

Tabela 2: 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, todas as formulações tiveram os ingredientes 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.

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

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 e colocada em papel manteiga sob assadeira do tipo alumínio. Os *cookies* foram assados em forno elétrico Safanelli Du Chef Plus 45L na temperatura de 180°C por cerca de 25 minutos, em três fornadas, cada fórmula. Ao fim, certificou-se um período de descanso para os produtos esfriarem em temperatura ambiente e adquirirem crocância.

Para garantir o número de amostras necessárias, as formulações foram produzidas duplicadas e armazenadas em embalagens higienizadas, datadas e especificadas (F0, F1, F2 ou F3).

3.6.1 Análise físico-química do produto

Após as formulações, os biscoitos foram caracterizados de acordo com a metodologia apresentada no item no item 3.5.1 quanto a composição centesimal.

3.6.2 Análise microbiológica do produto

A avaliação microbiológica das formulações de biscoito (F0, F1, F2 e F3) com e sem adição de pólen foi realizada. As amostras foram analisadas para a presença de coliformes totais 35°C e enumeração de bolores e leveduras (UFC g⁻¹), conforme recomendação da American Public Health Association (APHA, 2001).

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.

3.7 ANÁLISE SENSORIAL

O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do IFRN (CAAE 68222423.8.0000.0225). A análise sensorial das formulações ocorreu julho de 2023 no laboratório de análise sensorial do IFRN – *Campus* Pau dos Ferros. A divulgação foi realizada através de redes sociais com pôster elucidativo (**Anexo 1**).

Ao chegar, os julgadores foram orientados a como proceder durante a análise, os riscos e importância da pesquisa. Ademais, orientados a como 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. Esses riscos foram minimizados quando o responsável pela pesquisa informou que o biscoito possui esses componentes na formulação e que intolerantes ou alérgicos não devem participar. Portanto, apenas o público passível de inclusão² 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

² Critérios de inclusão: maior de 18 anos, não apresentar intolerância ou alergia à ovo e glúten, bem como não possuir histórico de intolerância ou alergia a produtos apícolas (aprovado pelo Comitê de ética do IFRN)

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 Dutkoski, 2013 (**Anexo 2**).

Para a sensorial dos biscoitos, os quase foram codificados aleatoriamente com os seguintes números: Formulação 0 (354); Formulação 1 (888); Formulação 2 (510) e Formulação 3 (230).

As amostras foram servidas na temperatura ambiente, em copos descartáveis codificados com três dígitos contendo um biscoito, sendo ainda acompanhados de água para ser ingerida no intervalo de cada amostra degustada para limpar o palato dos provadores.

3.7.1 Índice de Aceitabilidade

Para verificar a aceitação dos biscoitos para cada atributo foi realizado o cálculo do índice de aceitabilidade (IA), conforme a metodologia de Dutcosky (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 $\geq 70\%$.

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

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O resultado dos parâmetros avaliados do pólen apícola teve médias e desvios padrão calculados usando o software Microsoft Excel 2013.

Para o tratamento dos dados da composição centesimal dos 4 tipos de 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).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO PÓLEN APÍCOLA

Na **Tabela 3** 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.

Tabela 3: 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.

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.

Quando comparado os resultados de teor de umidade 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 (9,67%). 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.

Dentre as 12 amostras estudadas por Yang *et al.* (2013) na China, em relação ao teor de cinzas, 3 estão acima de 4% (Brasil, 2001). Entretanto, 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 (2,98%). Diferenças no crescimento das plantas, assim como solo, podem estar relacionadas às composições minerais (Carpes, 2008).

O pH foi identificado na faixa ideal (4,1), porém, é um resultado baixo quando comparado a outros pólenes, até mesmo de origem da Caatinga. Vasconcelos *et al.* (2017), em 10 amostras de pólen oriundo desse bioma no estado do Alagoas, teve resultados oscilando 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.

O teor de proteína apresentou resultados semelhantes com Almeida-Mudadian *et al.* (2005) – 20%, Carpes (2008) – 20,47%, Melo *et al.* (2009) – 23,59%, e Sattler *et al.* (2015) – 19,8%. Porém, resultados mais baixos foram encontrados em Villanueva *et al.* (2002) – 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 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, todas brasileiras.

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 em gimnospermas ou angiospermas (Serra Bonvehí e Lopez, 1986).

O teor de lipídeos foi avaliado em Manning e Harvey (2002), encontrando um intervalo entre 0,59% e 1,9% nas amostras da Argentina. No Brasil, Sattler *et al.* (2015) encontra um intervalo entre 0,6% e 6,2% e Vasconcelos *et al.* (2017), um intervalo entre 4,92 e 7,74% para pólen exclusivo da Caatinga. O maior resultado nesse parâmetro foi expresso no pólen utilizado nessa pesquisa (8,58%).

Carboidratos foram analisados em Modro *et al.* (2008) obtendo-se o resultado no teor de 68,1%, média entre 9 amostras de Minas Gerais, no Brasil. Estevinho *et al.* (2012) oscilou em um intervalo entre 60,82% e 70,76% (Portugal), enquanto Carpes (2008) alcançou uma média de 52,10%. Esse último, menor que o aqui avaliado (58,48%).

A alta no teor de açúcares em pólenes 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) retrata um intervalo de 371,96 e 424,52 kcal/100g, entre 15 amostras na Espanha, enquanto Yang *et al.* (2013) retrata 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.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO ALIMENTÍCIO

4.2.1 Análise físico-química

Os resultados das análises físico-químicas referentes a cada formulação são apresentados na **Tabela 4**:

Tabela 4: Análise físico-química das formulações.

| Pólen e Formulação | Parâmetros | | | | | | Valor Energético Kcal/100g |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|----------------------------------|
| | Umidade | Cinzas | Lipídeos | Proteínas | Fibra Bruta | Carboidratos Totais | |
| | | | | % | | | |
| 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.

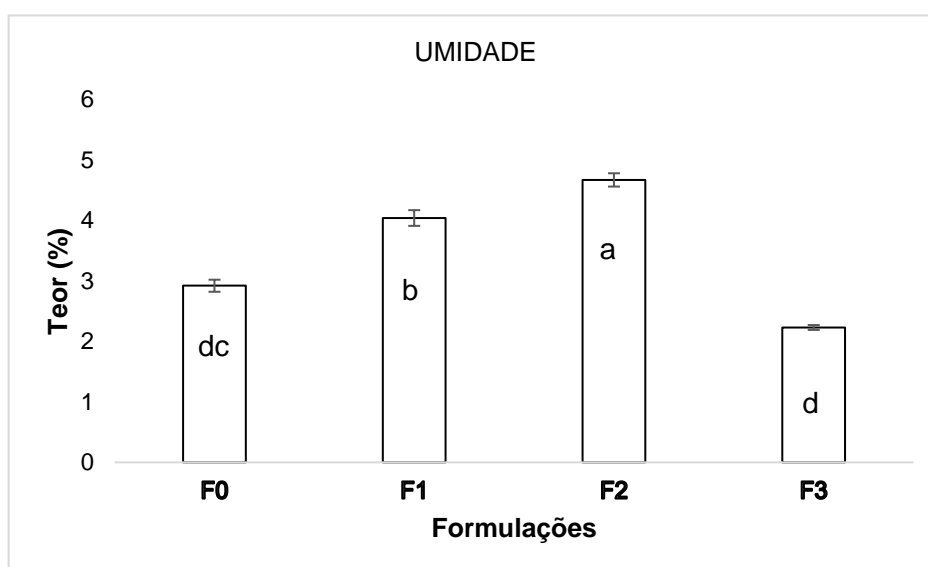
Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de significância.

Fonte: Autoria própria, 2023.

- Umidade

Conforme resultados da Tabela 4 e representados na Figura 5, o teor de umidade médio variou entre 2,23 e 4,67%, constatando que houve diferença estatística entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, com os maiores valores encontrados na F1 e F2 e menores valores em F3 e F4.

Figura 5: Valores médios do teor de umidade (%) de diferentes formulações.



Fonte: Autoria própria, 2023.

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).

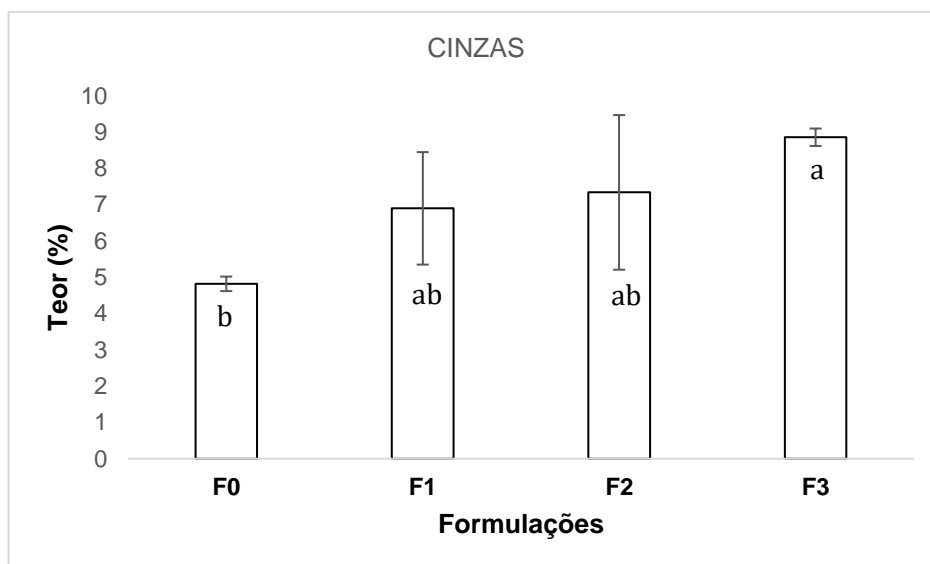
Isso pode ser explicado pois, a adição de um ingrediente seco e higroscópico, como o pólen de abelha, foi aumentada, sugerindo um possível efeito do mesmo na capacidade de absorção de água (Conte *et al.*, 2020).

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.

- Cinzas

O teor de resíduo mineral fixo (cinzas), apesar de estatisticamente representar o mesmo valor em todas as amostras (**Tabela 4; Figura 6**), obteve maior média na fórmula de maior concentração de pólen (12%), chegando a 8,86%.

Figura 6: Valores médios do teor de cinzas (%) de diferentes.



Fonte: Autoria própria, 2023

Visto que o pólen é composto por macronutrientes e micronutrientes, 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%.

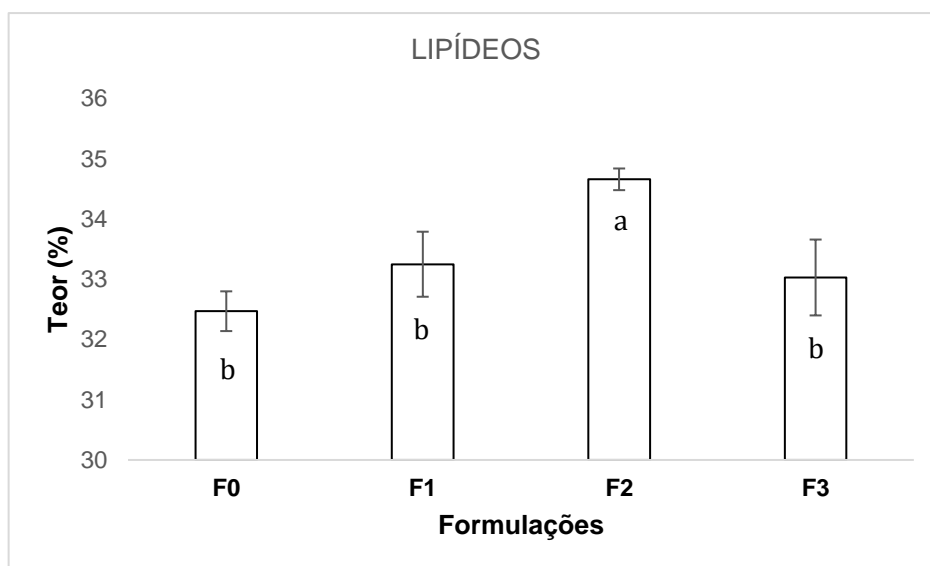
Produtos à base de pólen apícola, na literatura, mantêm resultados similares. Dundar (2021) e Sokmen *et al.* (2022) comprovaram o aumento de cinzas (0,64% e .0,70%) em biscoitos com 15% de pólen quando comparados ao controle.

Santos *et al.* (2022) indica 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, pela também diminuição na proporção de farinha de trigo nas formulações, considerando que as composições químicas divergem nesses ingredientes (Krystijan *et al.*, 2015).

- Lipídeos

As amostras avaliadas obtiveram resultados semelhantes, inclusive quando comparadas ao controle, F0. 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 4; Figura 7**).

Figura 7: Valores médios do teor de lipídeos (%) de diferentes formulações.



Fonte: Autoria própria, 2023.

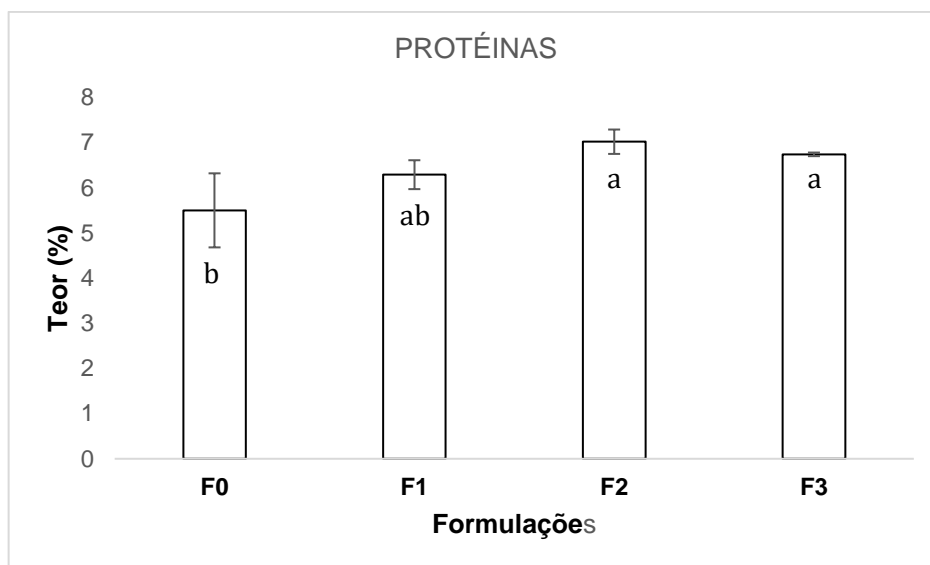
A interferência no valor de lipídeos não ocorreu quando comparado o acréscimo em diferentes proporções de pólen de abelha em pães sem glúten (Conte *et al.*, 2020), em biscoitos (Végh *et al.*, 2023) e bebidas lácteas (Yerlinkaya, 2014), diferentes produtos comprovando que não se trata apenas das formulações.

Em razão de sua composição - baixo teor de gorduras (**Tabela 3**), as proporções utilizadas não representam diferenças significativas entre fórmulas.

- Proteínas

Conforme resultados da **Tabela 4** e **Figura 8**, 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.

Figura 8: Valores médios do teor de proteínas (%) de diferentes formulações.



Fonte: Autoria própria, 2023.

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. Com o aumento de pólen apícola nas formulações, é demonstrado o acréscimo nesse parâmetro:

- Yerlikaya (2014) estudou bebidas lácteas, variando de 0 a 20mg/mL de suplemento de pólen entre as fórmulas, obtendo médias³ variando de 3,40 a 3,6%;
- Krystijan *et al.* (2015) estudou biscoitos, variando de 0 a 10% em acréscimo de pólen entre as fórmulas, e obteve médias variando de 6,96 a 7,56%;
- Conte *et al.* (2020) estudou pães sem glúten, variando de 0 a 5% em acréscimo de pólen entre as fórmulas, obtendo médias variando de 3.9 a 4.44%;
- Dundar (2021) estudou biscoitos, variando de 0 a 15% em acréscimo de pólen entre as fórmulas, e obteve médias variando de 9,60 a 10,36%;

³ Entre a fórmula controle e de maior concentração de pólen apícola utilizada no estudo.

- Sokmen *et al.* (2022) estudou biscoitos, variando de 0 a 15% em acréscimo de pólen entre as fórmulas, e obteve médias variando de 9,73 a 10,22%;
- Santos *et al.* (2022) estudou barras de cereal, variando de 10 a 15% em acréscimo de pólen entre as fórmulas, e obteve médias variando de 9,20 a 10,60%;

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 às amostras F2 e F3 que chegaram a ultrapassar o teor de 7,0%.

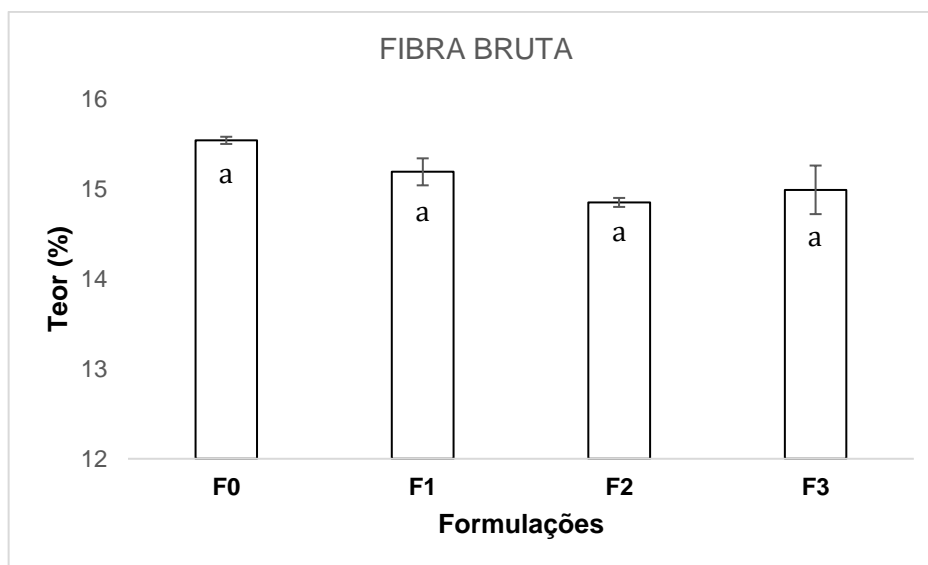
Ressalta-se que esses valores são alcançados em virtude da composição do pólen, discutido no tópico 4.1.1, a qual pode oscilar de acordo com a origem floral (Szczesna *et al.*, 2002). Em razão disso, diferentes pólenes podem atribuir características químicas distintas em alimentos, inclusive em relação 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%).

- Fibra Bruta

Os valores médios 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 4 e Figura 9**).

Figura 9: Valores médios do teor de fibra bruta (%) de diferentes formulações.



Fonte: Autoria própria, 2023.

O pólen apícola, utilizado na elaboração dos *cookies*, resultou no teor de 1,49% em fibras brutas (**Tabela 3**). 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 avaliou 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 4**).

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).

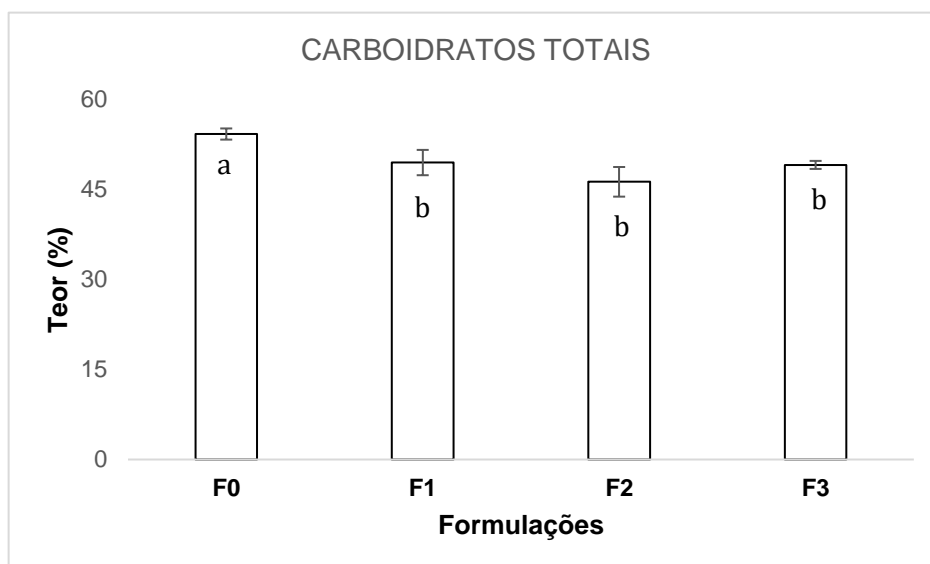
Logo, os resultados aqui apresentados se tornaram mais expressivos, em relação a esse parâmetro, visto a maior concentração de farinha de trigo integral na composição (F0 – 15,54%).

- Carboidratos totais

Com o acréscimo de pólen apícola nas formulações, o valor de carboidratos totais diminuiu. 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 4 e Figura 10).

Figura 10: Valores médios do teor de carboidratos totais (%) de diferentes formulações.



Fonte: Autoria própria, 2023.

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 3).

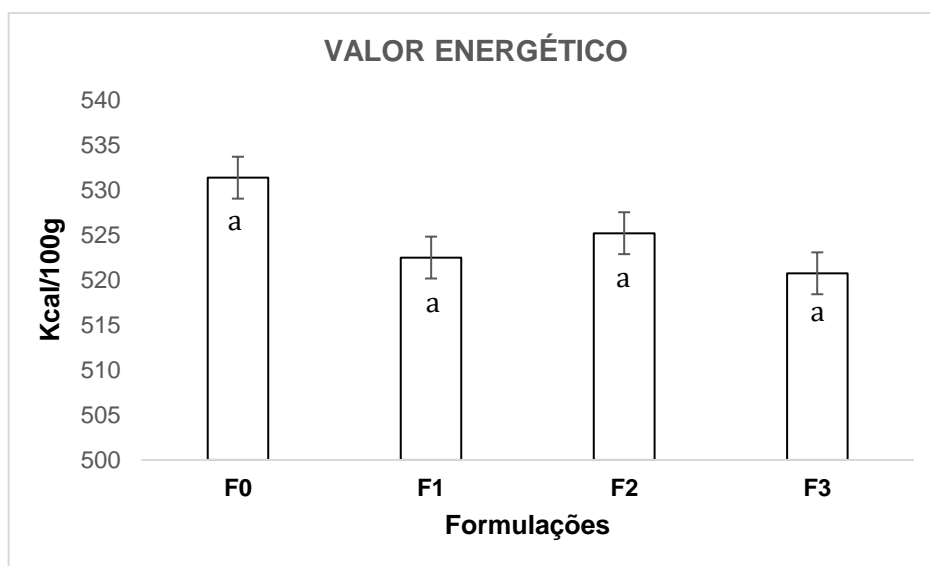
Os mesmos resultados foram observados por Krystyjan *et al.*, (2015), Dundar (2021), Sokmen *et al.* (2022), e Végh *et al.* (2023). Os produtos alimentícios elaborados com menores proporções de carboidratos foram os enriquecidos com maiores concentrações de pólen. Krystyjan *et al.* (2015) alcançou 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.

- Valor energético

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 4 e Figura 11).

Figura 11: Valores médios do valor energético em Kcal/100g



Fonte: Autoria própria, 2023.

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.

A **Tabela 5** demonstra a comparação de valores energéticos entre os estudos mais recentes envolvendo a produção de biscoitos enriquecidos com pólen apícola, incluindo essa pesquisa. São apresentados o menor e maior percentual de pólen utilizados, assim como o intervalo de valor energético gerado como resultado.

Tabela 5: Comparação de valores energéticos de estudos com formulações de biscoitos a base de pólen apícola.

| Estudo | Valores de pólen apícola estudados (intervalo) | Resultados de valores energéticos (intervalo) |
|--------------------------------|--|---|
| Krystyjan <i>et al.</i> (2015) | Entre 0 e 10% | 486 a 474 kcal |

| Estudo | Valores de pólen apícola estudados (intervalo) | Resultados de valores energéticos (intervalo) |
|--|--|---|
| Dundar (2021) | Entre 0 e 15% | 478,27 a 498,80 kcal* |
| Sokmen <i>et al.</i> (2022) | Entre 0 e 15% | 484,73 a 547,30 kcal* |
| Végh <i>et al.</i> (2023) – pólen de Colza (<i>Brassica napus</i>), | Entre 0 e 10% | 434,51 a 435,76 kcal* |
| Végh <i>et al.</i> (2023) – pólen de Girassol (<i>Helianthus annuus</i>) | Entre 0 e 10% | 434,51 a 439,76 kcal* |
| Végh <i>et al.</i> (2023) – pólen de Facélia-azul (<i>Phacelia</i>), | Entre 0 e 10% | 434,51 a 439,74 kcal* |
| Coelho (2023) - estudo em tela | Entre 0 e 12% | 531,38 a 520,75 kcal* |

*Calculado a partir da metodologia Brasil (2005).

Fonte: Krystijan *et al.* (2015); Dundar (2021); Sokmen *et al.* (2022); Végh *et al.* (2023); Brasil (2005).

Adaptação: Autoria própria, 2023.

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 macronutrientes das composições, as 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 na **Tabela 5**, 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).

4.2.2 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 6**).

Tabela 6: Análise microbiológica das formulações.

| 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 a produção dos biscoitos foi 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, sim, oriundos 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, Estevinho e Almeida-Muradian, 2015).

4.3 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 7** e **Figura 12** tem-se a média dos atributos avaliados: cor, aroma, sabor, textura, impressão global e intenção de compra das quatro formulações elaboradas.

Tabela 7: Atributos avaliados na análise sensorial dos biscoitos.

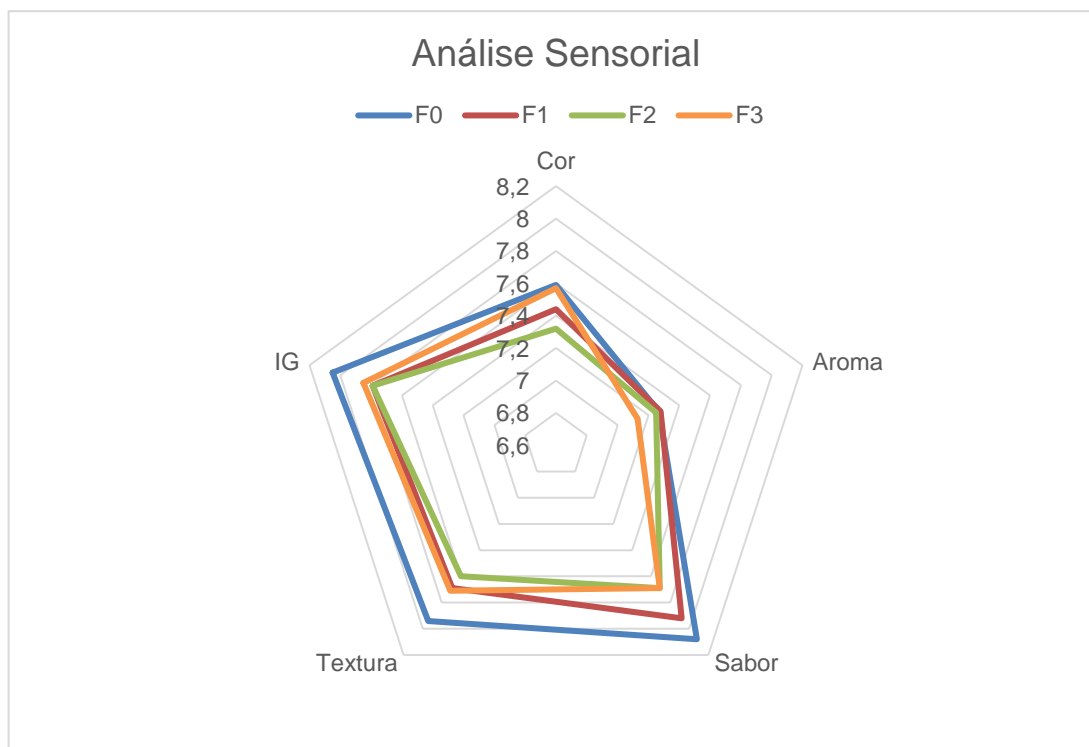
| Formulação | Atributos | | | | | |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | Cor | Aroma | Sabor | Textura | IG | IC |
| F0 | 7,59a±1,4 | 7,27a±1,6 | 8,08a±1,3 | 7,94a±1,3 | 8,05a±1,2 | 4,50a±0,7 |
| F1 | 7,44a±1,6 | 7,28a±1,4 | 7,92a±1,3 | 7,69a±1,6 | 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.

Valores expressos como média ± desvio padrão.

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

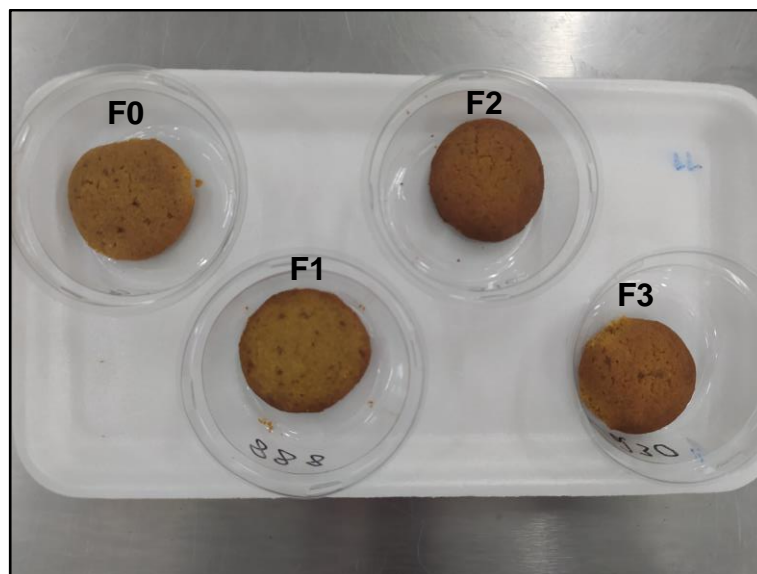
Fonte: Autoria própria, 2023.

Figura 12: Gráfico de análise sensorial

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; assim, as amostras apresentaram a mesma coloração e a adição do pólen não influenciou na percepção do painel (**Figura 13**). 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 13: Coloração das amostras.



Fonte: Autoria própria, 2023.

O aroma manteve-se estatisticamente semelhante entre as formulações, com a maior média para a F2 de 4% (7,25). Porém, Krystyjan *et al.* (2015) comprova 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. De fato, todos os biscoitos tiveram resultados melhores no aroma após armazenamento. 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), seguida pela F1 (7,92), 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 encontrou 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. Porém, houve comentários pelos julgadores de que a F0 e F1 apresentavam textura “emborrachada”. Santos *et*

al. (2022) também não encontrou diferenças estatísticas ao enriquecer barras de cereal com pólen de abelha (10 a 15%), porém Krystyjan *et al.* (2015) determina que a melhor textura foi a da amostra controle, sem armazenamento.

Apesar de tais resultados, a F3, com maior porcentagem de pólen (12%), teve a segunda maior média (7,85) quando comparada a Impressão Global, seguida da de controle (8,05) – 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) retrata os biscoitos a 10% como os menos aceitos para todos os tipos avaliados - pólen de Colza (*Brassica napus*); pólen de Girassol (*Helianthus annuus*); e pólen de Facélia-azul (*Phacelia*).

Nessa avaliação, 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). Em conformidade com os resultados da Impressão Global, os melhores resultados foram dos 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.

Comprova-se que diferentes concentrações de pólen apícola utilizados na formulação são sensorialmente aceitas em todos os atributos sem diferenças significativas (>7,0 – 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.

5 PRODUTO TECNOLÓGICO

O produto tecnológico fruto dessa pesquisa, exigido como requisito no Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais, foi enquadrado como um ativo de propriedade Intelectual, através do depósito de uma patente com a formulação do biscoito de maior concentração a base de pólen apícola (30g).

A patente solicitada é um modelo de utilidade, por meio de um ato inventivo, ou seja, irá propor uma melhoria funcional da formulação de biscoitos a base de pólen apícola. Foi elaborada de acordo com o modelo, disponibilizado pelo Núcleo de Inovação Tecnológica do IFRN. De acordo com a Lei Federal nº 9.279/1996 que regula direitos e obrigações relativos à propriedade intelectual:

Art. 9 º. É patenteável como modelo de utilidade o objeto de uso prático, ou parte deste, suscetível de aplicação industrial, que apresente uma nova forma ou disposição, envolvendo ato inventivo, que resulte em melhoria funcional no seu uso ou em sua fabricação (Brasil, 1996).

5.1 CRITÉRIOS CAPES

Considerando os critérios da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES instituído no Relatório de Grupo de Trabalho - Produção Técnica (2019), apresenta-se a avaliação do produto tecnológico produzido:

- Aderência

O produto é fruto de pesquisa realizada na Linha de Sustentabilidade e Gestão de Recursos Naturais, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais do IFRN Campus Natal – Central.

- Impacto

Detém demanda por concorrência, com pesquisa experimental. A área impactada pela produção tem caráter social, econômica e ambiental, conforme justificativa já apresentada.

- Aplicabilidade

O produto a ser elaborado possui replicabilidade. A formulação a ser patenteada tem grande potencial de abrangência, visto que, pelo objetivo a que se propõe a pesquisa, pode ser adquirida e produzida em escala.

- Inovação

Considerado de médio teor inovativo tendo em vista que a produção de alimentos à base de pólen apícola já é estudada na academia, em especial biscoitos. Entretanto, como esse produto objetiva deter uma nova formulação a partir de características diferenciadas do pólen e do biscoito, espera-se também a geração de novo conhecimento.

- Complexidade

Classifica-se o produto como uma produção de média complexidade. Isso se deve ao uso de outros atores, como laboratórios, os quais utilizarão conhecimentos pré-estabelecidos para a avaliação dos dados necessários, e ao relacionamento estabelecido com o IFRN – *Campus* Pau dos Ferros para o desenvolvimento da pesquisa e conseqüentemente elaboração do produto.

5.2 BUSCA DE ANTERIORIDADE

Com a finalidade de evidenciar o caráter inovador e inédito do produto, realizou-se a busca de anterioridade a nível nacional e internacional.

Os bancos de dados utilizados na busca foram: Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Espacenet, Google Patents, United States Patent and Trademark Office (USPTO) e Derwent Innovation. Em todos, foram utilizadas as mesmas palavras-chaves, com combinações diferentes, evidenciadas na **Tabela 8**.

Tabela 8: Busca de anterioridade em bancos de patente

| Item | PC1* | PC2* | Banco de Patentes |
|------|-----------------|------|-------------------|
| 1 | “Pólen apícola” | | INPI |

| Item | PC1* | PC2* | Banco de Patentes |
|------|-----------------|----------|-----------------------------------|
| 2 | “Pólen apícola” | Alimento | INPI |
| 3 | “Pólen apícola” | Biscoito | INPI |
| 4 | “Bee pollen” | | ESPACENET, GOOGLE, USPTO, DERWENT |
| 5 | “Bee pollen” | Food | ESPACENET, GOOGLE, USPTO, DERWENT |
| 6 | “Bee pollen” | Baking | ESPACENET, GOOGLE, USPTO, DERWENT |
| 7 | “Bee pollen” | Cake | ESPACENET, GOOGLE, USPTO, DERWENT |
| 8 | “Bee pollen” | Bread | ESPACENET, GOOGLE, USPTO, DERWENT |
| 9 | “Bee pollen” | Cookie | ESPACENET, GOOGLE, USPTO, DERWENT |

*Palavra-chave

Fonte: Autoria própria, 2023.

Ao realizar a busca nos bancos de dados, verificou-se que a partir das palavras-chaves Itens 1 e 4, os resultados apontavam em maioria patentes sobre o método de processamento do pólen apícola, não objeto da reivindicação. Com isso, para aprimorar a busca passou-se a escolher palavras-chaves relacionadas ao campo de tecnologia de alimentos (PC2) e que pudessem mostrar um panorama das últimas invenções de produtos alimentícios relacionados.

A Tabela a seguir demonstra as patentes encontradas a nível mundialmente que detém íntima relação com o produto tecnológico aqui elaborado.

Tabela 9: Patentes relacionadas com o produto tecnológico.

| Código | Título | Depositante |
|----------------------------|---|--------------------|
| BR 102016015253-4 A2 | Formulação de um suplemento alimentar na forma de grânulos contendo pólen apícola monofloral de coqueiro e rapadura/melaço | Brasil |
| BR 102015031440-0 A2 | Processo e formulação de cápsula gelatinosa mole contendo pólen apícola monofloral de coqueiro e óleo de coco para utilização como alimento funcional | Brasil |
| BR 10 2014 031986 7 A2 | Barra alimentar com pólen apícola e gergelim como fonte proteica | Brasil |
| PI 9905569-4 A2 | Formulação de suplemento alimentar | Brasil |
| CN1270624C | Pollen, bee milk food and its preparation method | China |
| CN105533595A; CN105533595B | Bee pollen gel food and processing method thereof | China |
| CN111406932A | Functional food comprising bee pollen and rhizoma polygonati | China |

| Código | Título | Depositante |
|---------------|---|--------------------|
| CN105054037A | Camellia bee pollen mixed jujube functional food and preparation method thereof | China |
| CN109315739A | Wolberry bee pollen anti-tumor health food and method of making same | China |
| CN110214943A | Full-nutrition formula food based on bee pollen and quinoa for special medical use and preparation method of food | China |
| CN103141851A | Polygonatum sibiricum bee pollen cake | China |
| CN105010938A | Bolo em pó de pólen de raiz de milkvetch | China |
| CN106722509A | Bolo de pólen de abelha de amendoim rico em selênio | China |
| CN102763701A | Método para preparar biscoito de pólen de abelha | China |
| CN102150696A | Método para produzir salgadinhos de pólen | China |
| CN110637974A | Cracknel de pólen de abelha e seu método de fabricação | China |

| Código | Título | Depositante |
|------------------|--|--------------------|
| CN102461789A | Nutrient and non-fried bee pollen instant noodles | China |
| BRPI1107317A2 | Food composition, nutritional bar, and food composition production process comprehending melipone pollen | Brasil |
| BR102021009171A2 | Fermented pollen food supplement and its obtainment process | Brasil |
| BR102014031986A2 | Barra alimentar com pólen de abelha e gergelim como fonte de proteína | Brasil |
| CN114097971(A) | Preparing solid beverage involves using red dates, lycium chinense, poria cocos, shiitake mushrooms, bee pollen, lactose, maltodextrin, food additives and food nutrition enhancer | China |
| CN110637974(A) | Preparing cake used as e.g. healthcare food, involves drying fresh bee pollen, stirring mixed rice flour, dried bee pollen and water, steaming mixed slurry, slicing bee pollen cake, drying, balancing moisture, puffing, cooling and packaging | China |

| Código | Título | Depositante |
|-------------------|--|---------------------------|
| US20150093494(A1) | Bioactive additive useful for enriching food products, e.g. bread and bread-like products, milk products, meat and fish product, non-alcoholic beverages, macaroni, coffee, and cocoa, comprises bee pollen, water and alcohol | Estados Unidos da América |
| CN113662043-A | Functional bee pollen fermented goat milk components comprises bee pollen water extract embeds, goat milk, accessories and lactobacillus starter | China |

Fonte: INPI, 2023. ESPACENET, 2023. GOOGLE PATENTS, 2023. USPTO, 2023. DERWENT, 2023. **Adaptação:** Autoria própria, 2023.

Tratando-se apenas das inovações de produtos alimentícios à base de pólen apícola, observa-se que a China possui maior evidência no assunto visto a sua experiência em estudos com o pólen apícola e seu papel na nutrição e medicina oriental, seguido pelo Brasil que vem demonstrando crescente domínio sobre o tema.

Maiores detalhes serão disponibilizados a partir da exposição do texto da patente após sua aprovação pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

5.3 SUBMISSÃO

Seguindo o Edital nº 5/2023 – PROPI/RE/IFRN – Apoio Institucional a Proteção da Propriedade Intelectual, o requerimento de submissão de patente foi realizado ao IFRN e segue em processo de trâmite através do número 23137.001963.2023-85.

6 CONCLUSÕES

Com o intuito de integrar aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (Agenda 2030), a partir da concepção de novos produtos alimentícios, essa pesquisa objetivou elaborar e caracterizar a formulação de um biscoito tipo *cookie* enriquecido com pó de pólen apícola de espécies nativas da caatinga.

Através da metodologia empregada e dos resultados obtidos, conclui-se ao fim da pesquisa:

- 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;
- Os demais parâmetros avaliados para o pólen (umidade, pH, cinzas, fibra bruta, lipídeos, carboidratos totais e valor energético) tiveram pequenas variações em relação à literatura, resultado esperado em razão das diferentes origens florais;
- 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).
- A patente submetida considerou a F3, com 30g de pólen (12%), em razão do seu desempenho nas médias de impressão global e intenção de compra;
- As formulações aqui apresentadas podem ser inseridas no mercado, visto seu valor nutricional, sua aceitabilidade e seu papel como alimento sustentável.
- Diante dos resultados obtidos, sugere-se estudos aprofundados em produtos enriquecidos com pólen com maiores diferenças de concentração entre as formulações.

7 REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas – classificação**. ABNT NBR 12994: Rio de Janeiro, 1993

ABORISADE, B.; BACH, C. **Assessing the pillars of sustainable food security**. Eur Int J Sci Technol, v. 3, n. 4, p. 117-125, 2014.

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

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. Washington DC. 2001.

A POLLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica: um guia para a Produção do Conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2004.

ARES, A. M.; VALVERDE, S.; BERNAL, J. L.; NOZAL, M. J.; BERNAL, J. **Extraction and determination of bioactive compounds from bee pollen**. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, v.147, n.1, p.110 - 124, 2018.

BLODGETT, R. **Most Probable Number From Serial Dilutions**. In: US FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). Bacteriological Analytical Manual Online . Revision February, 2006.

BRAGA, R. C.; MONTEIRO, L. L. L.; NASCIMENTO, K. K. B.; RABELO E SILVA, F. M.; LIMA, A. F. **Elaboração e caracterização de mousse de siriguela (*Spondias purpurea*) adicionado de pólen apícola**. Conexões Ciência e Tecnologia, v.13, n. 5, p. 85-90, 2019.

BRASIL. A **Instrução Normativa nº 161, de 1º de Julho de 2022**, da Anvisa, estabelece, nos termos da Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 724, de 1º de julho de 2022, as listas de padrões microbiológicos de alimentos.

BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: indicadores brasileiros para os objetivos de desenvolvimento sustentável. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em: 14 ago. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.279 de 14 de maio de 1996**. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Brasília – DF, 1996.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **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, 23 jan. 2001. Seção 1, p. 18.

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

BORLACHENCO, N. G. C.; CEREDA, M. P.; ARAÚJO, G. M.; PADIAL, N. P. M. **Aspectos legais da recuperação de áreas degradadas em áreas de preservação com apicultura de *Apis melífera*.** Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, v.6, n. 2, p. 56-78, 2017.

BOTH, J. P. C. L.; KATO, O. R.; OLIVEIRA, T. F. **Perfil socioeconômico e tecnológico da apicultura no município de Capitão Poço, estado do Pará, Brasil.** 2009

CABELLO, J. R.; SERRANO, S.; RODRÍGUEZ, I.; GARCIA-VALCÁRCEL, A. I.; HERNANDO, M. D.; FLORES, J. M. **Microbial decontamination of bee pollen by direct ozone exposure.** Foods, v. 10, p. 2593, 2021.

CALVO, C., SALVADOR, A., FISZMAN, S. **Influence of colour intensity on the perception of colour and sweetness in various fruitflavoured yoghurts.** European Food Research and Technology, v 213, p. 99–103, 2001.

CAMPOS M. G. R., BOGDANOV, S., ALMEIDA-MURADIAN, L. B., SZCZĘSNA T., MANCEBO, Y., CHRISTIAN, F., FERREIRA, F. **Pollen composition and standardisation of analytical methods.** Journal of Apicultural Research, v. 47, n. 2, p. 154-161, 2008.

CARPES, S.T.; CABRAL, I. S. R.; ROSALEN, P. L.; ALENCAR, A. M.; MASSON, M. L.; **Caracterização do potencial microbiano dos extratos de pólen apícola na região sul do Brasil.** Alim. Nutr., Araraquara, v. 20, n. 2, p. 271-277, 2009.

CARPES, S. T. **Estudo das características físico-químicas e biológicas do pólen apícola de *Apis mellifera* da região Sul do Brasil.** Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos. Rio de Janeiro: Sector de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, 2008.

CARTHY, U. Mc; UYSAL, I; BADIA-MELIS, R; MERCIER, S; O'DONNELL, C.; K TENIOUDAKI, A. **Global food security – Issues, challenges and technological solutions.** Trends In Food Science & Technology, [s. l], v. 77, p. 11-20, jul. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2018.05.002>.

CASTIGLIONI, S.; STEFANO, M.; ASTOLFI, P.; PISANI, M.; CARLONI, P. **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, 2022

CONTE, G.; BENELLI, G.; SERRA, A.; SIGNORINI, F.; BIENTINESI, M.; NICOLELLA, C.; MELE, M.; CANALE, A. **Lipid characterization of chestnut and**

willow honeybee-collected pollen: impact of freeze-drying and microwave-assisted drying. Journal Of Food Composition And Analysis, v. 55, p. 12-19, 2017.

CONTE, P.; CARO, A. del; URGEGHE, P.P.; PETRETTO, G.L.; MONTANARI, L.; PIGA, A.; FADDA, C. Nutritional and aroma improvement of gluten-free bread: is bee pollen effective?.Lwt, v. 118, p. 108711, jan. 2020.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL EM NÍVEL SUPERIOR. CAPES. **Produção técnica: grupo de trabalho.** 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/10062019-producao-tecnica-pdf>. Acesso em: 07 dez. 2022.

CORONEL, B.B., GRASSO, D; PEREIRA, S. C., G.; FERNÁNDEZ, G. Caracterización bromatológica del polen apícola argentino. Ciencia, Docencia Y Tecnologia, v. 15, n. 19, p. 145-181, 2004.
Caracterización bromatológica del polen apícola Argentino. Ciencia, Docencia y Tecnología, 15, 141–181

COUTO, B. O.; MARQUES, J. A. P.; SALES, N. I. S.; LOPES, R.A. **Apicultura proporcionando emprego e renda para agricultores familiares de Porangatu – GO.** Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, v.15, nº 2, 2020.

DE-MELO, A. A. M; ESTEVINHO, M. L. M. F.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B. A diagnosis of the microbiological quality of dehydrated bee-pollen produced in Brazil. Letters in Applied Microbiology, v.61, p. 477-483, 2015.

DONATO, N. R. **Secagem de spirulina (Spirulina platensis) e utilização na produção de biscoitos** / Nilcimelly Rodrigues Donato. - Campina Grande, 015. 117 f.: il. Color

DUNDAR, A. N. Total phenolic and antioxidant bioaccessibilities of cookies enriched with bee pollen. Journal Of Food Processing And Preservation, v. 46, n. 6, p. 1-11, 5 nov. 2021.

DUTCOSKY S.D. **Análise sensorial de Alimentos.** 4 ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat, 2013. 426 p.

EPAGRI. **Produção e processamento de polén apícola.** Florianópolis, 2017. 28p. (Epagri. Boletim Didático, 140).

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

FARRE, G.; TWYMAN, R. M; ZHU, C.; CAPELL, T.; CHRISTOU, P. **Nutritionally enhanced crops and food security: scientific achievements versus political expediency.** Current Opinion In Biotechnology, v. 22, n. 2, p. 245-251, abr. 2011

FAO, IFAD, UNICEF, WFP; WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World: Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all.** Rome, FAO. 2021,

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable.** Rome, FAO, 2022.

FAO. **O estado da insegurança alimentar no mundo 2015.** Encontro internacional Metas de fome de 2015: Fazendo um balanço do progresso desigual. Roma, I. WFP. 2015.

FAO; WHO. **Sustainable healthy diets – Guiding principles.** Rome. 2019.

FEÁAS, X.; VÁZQUEZ-TATO, M. P.; ESTEVINHO, M. L.; SEIJAS, J. A.; IGLESIAS, A. **Organic bee pollen: Botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality.** *Molecules*, v. 17, n. 7. P. 8359-8377, 2012.

FERREIRA, D. F. SISVAR. **A computer analysis system to fixed effects split plot type designs.** *Revista Brasileira de Biometria*, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019

FREITAS, J. V. M.; SOUSA, F. J.; SANTOS, J. K. F.; SILVA, F. S.; SILVA, R. H. D.; SILVA, M. S.; GONSALVEZ, H. R. O.; **Produção de bolo com substituição parcial da farinha de trigo por pólen apícola produzido na Caatinga-Ceará-Brasil.** *Research, Society and Development*, v.9, n. 10, 2020.

GARCÍA, J. B.; CUEVAS, F. I. H.; **Apicultura: su contribución al ingreso de los hogares rurales del sur de Yucatán.** *Península*, v. 15, nº. 2, p. 9-29, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GONSALVES, E. P. **Iniciação à pesquisa científica.** 3. ed. Campinas: Alínea, 2003.

GULARTE M.A. **Manual de Análise Sensorial de Alimentos.** Pelotas: Editora Universidade Federal de Pelotas, 2009. 106 p

GUIMARAES, N. P. **Apicultura, a ciência da longa vida.** Ed. Itatiaia Ltda. Belo Horizonte, 1989

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. Primeira edição digital

KARABAGIAS, I. K.; KARABAGIAS, V. K.; GATZIAS, I.; RIGANAKOS, I. G. **Bio-functional properties of bee pollen: the case of “bee pollen yoghurt”.** *Coatings*, v. 8, p. 423, 2018.

KHALIFA, S. A. M.; ELASHAL, M. H.; YOSRI, N.; DU, M.; MUSHARRAF, S. G.; NAHAR, L.; SARKER, S. D.; GUO, Z.; CAO, W.; ZOU, X. **Bee Pollen: current status and therapeutic potential**. *Nutrients*, v. 13, n. 6, p. 1876, 31 maio 2021.

KRYSTYJAN, M.; GUMUL, D.; ZIOBRO, R.; KORUS, A.; **The fortification of biscuits with bee pollen and its effect on physicochemical and antioxidante properties in biscuits**. *Food Science and Technology*, p. 1-7, 2015.

LAZCANO-HERNANDEZ, Martin Alvaro; NAVARRO-CRUZ, Addi Rhode; SANCHES, Raul Ávila-Sosa; HERNANDEZ-ABUNDEZ, José Alejandro; ZERON-ALVARADO, Cintia Abigail; PEREIRA, Daniel Santiago. Incorporación de harina de polen en panificación. *Revista Verde de Agroecología e Desenvolvimento Sustentável*, v. 14, n. 1, p. 48, 1 jan. 2019.

LOURENÇO, M. S. M.; CABRAL, J. E. O. **Apicultura e Sustentabilidade: visão dos apicultores de sobral (CE)**. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 93, 31 mar. 2016. Centro Universitario de Maringa.

LUZ, C.F.P., BARTH, O.M. **Melissopalynological observations in a mangrove area next to Rio de Janeiro, Brazil**. In: GOODMAN, D.K., CLARKE, R.T. (Eds.). *PROCEEDINGS OF THE IX PALYNOLOGICAL CONGRESS*. AMERICAN ASSOCIATION OF STRATIGRAPHIC PALYNOLOGISTS FOUNDATION, Houston, p.489-492, 2001.

MANNING, R.; HARVEY, M.; **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*, v. 42, p. 217-2023, 2002.

MARIUTTI, L. R. B.; REBELO, K. S.; BISCONSIN-JUNIOR, A.; MORAIS, J. S.; MAGNANI, M.; MALDONADE, I. R.; MADEIRA, N. R.; TIENGO, A.; MARÓSTICA, M. R.; CAZARIN, C. B. B. **The use of alternative food sources to improve health and guarantee access and food intake**. *Food Research International*, v. 149, p. 110709, nov. 2021.

MAZUCATO, T. (org.). **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. Penápolis: FUNEPE, 2018.

MELO, I. L. P.; FREITAS, A. S.; BARTH, O. M.; ALMEIRA-MURADIAN, L. B.; **Correlation between nutritional composition and floral origin of dried bee pollen**. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, v. 68, n. 3, p. 346-353, 2009.

MENEZES, A. H. N.; CARVALHO, L. O. R.; DUARTE, F. R.; SOUZA, T. E. S. **Metodologia Científica: teoria e aplicação na educação a distância**. Petrolina – PE, 2019.

MODRO, A. F. H.; SILVA, I. S.; LUZ, C. F. P.; MESSAGE, D.; **Analysis of pollen load based on color physicochemical composition and botanical source**. *Anais da academia brasileira de ciências*, v. 81, p 281-285, 2009.

NOVAKOVIĆ, A.; DJEKIC, I.; PESIC, M.; KOSTIC, A.; MILINCIC, D.; STANISAVLJEVIC, N.; RADOJEVIC, A.; TOMASEVIC, I. **Bee pollen powder as a functional ingredient in frankfurters**. Meet Science, v 182. 2021.

NORA, F. M. D. **Análise sensorial clássica [livro eletrônico]: fundamentos e métodos**. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2021.

OMRAN, N.S.M., 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, Athens, v. 7, n. 2, p. 174-182, 2011

PASCOAL, A.; RODRIGUES, S.; TEIXEIRA, A.; FEÁS, X.; ESTEVINHO, L. M. **Biological activities of commercial bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory**. Food And Chemical Toxicology, v. 63, p. 233-239, 2014

PREDIGER, C. L.; ARHLERT, A.; **Ética e educação ambiental: lugares privilegiados na apicultura**. Ensaios e ciências, v.22, n. 2, p. 70-78, 2018.

SAMBUICHI, R. H. R.; CONSTANTINO DE OLIVEIRA, M. Â; MOREIRA DA SILVA, A. P.; LUEDEMANN, G. **A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: Impactos, políticas públicas e desafios**. Texto para Discussão, No. 1782, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2012.

SANTOS, C. S.; RIBEIRO, A. S. **Apicultura uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável**. Revista Verde de Adroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.4, n. 3, p. 01-06, 2009.

SANTOS, T. R.; MELO, J. S.; SANTOS, A. V.; SEVERINO, P.; LIMA, A. S.; SOUTO, E. B.; ZIELINSKA, A.; CARDOSO, J. C.; **Development of a protein-rich by-product by 2³ factorial design: characterization os its nutritional value and sensory analysis**. Molecules, v. 27, 2022.

SATTLER, J. A. G; MELO, I. L. P; GRANATO, D; ARAÚJO, E. FREITAS, A. S. F; BARTH, O. M.; SATTLER, A. ALMEIDA-MURADIAN, L. B; **Impact of origin on bioactive compounds and nutritional composition of bee pollen from southern Brazil: A screening study**. Food Research International., v 77, p. 82-91, 2015.

SERRA BONVEHÍ, J.; PERE LOPEZ, A. **Études Microbiologiques du pollen d'abeilles**. In: Ann. Fals. Exp. Chim. N. 849, p. 259 – 266, 1986.

SILVA, A. S.; FERNANDES, N. S.; CAVALCANTE, A. M.; LIMA, A. O. N.; FREITAS, B. M. **Florescimento induzido da jurema preta para fornecer pólen à abelha melífera na estiagem da caatinga**. Revista Caatinga, v.28, n.2, p. 197-206, 2015.

SILVA, D.; LOPES, E. L.; BRAGA JUNIOR, S. S. Pesquisa Quantitativa: elementos, paradigmas e definições. Revista de Gestão e Secretariado, v. 05, n. 01, p. 01-18, 1 abr. 2014. Revista de Gestae e Secretariado (GESEC).

SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. **Principal components analysis in the software Assistat** **Statistical Attendance**. In: World Congress On Computers In Agriculture, 7., 2009, Orlando. Proceedings Reno, NV: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. **The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data**. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016

SILVA, R. A.; TORRES, M. B. R.; Sustentabilidade e educação ambiental na agricultura familiar: o caso de uma cooperativa no semiárido potiguar. Desenvolvimento e Meio ambiente. Edição especial Sociedade e Ambiente no Semiárido: controvérsias e abordagens, v.55, p. 300-313, 2020.

SILVA, T. J.; SOARES, E. C.; NAVAS, R., Apicultura como atividade de desenvolvimento e conservação do bioma caatinga: um estudo de caso no sertão de Alagoas. Campo-Terrotório: revista de geografia agrária, v.15, n.38, o. 412-432, 2020.

SOKMEN, O.; OZDEMIR, S.; DUNDAR, A. N.; CINAR, A. Quality properties and bioactive compounds of reduced-fat cookies with bee pollen. International Journal Of Gastronomy And Food Science, v. 29, p. 100557, set. 2022.

SORDI, V. F.; SCHILINDWEIN, M. M.; Os principais benefícios da atividade apícola e os entraves para seu desenvolvimento no estado do Mato Grosso do Sul. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v. 7, n. 3, p. 571-590, set/dez 2014.

SWANSON, K. M. J.; PETRAN, R. L.; HANLIN, J. H. **Culture Methods for Enumeration of Microorganisms**. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Eds.). Compendium of methods for the microbiological examination of foods 4 ed. [S.L.]: APHA, 2001. cap. 5, p. 53-62.

SZCZESNA, T.; RYBAK-CHMIELEWSKA, H.; CHMIELEWSKI, W. **Sugar composition of pollen loads harvested at different periods of the beekeeping season**. Journal of Apicultural Science, v. 46, n. 2, 2002.

SZCZESNA, T. **Long-chain fatty acids composition of honeybee collected pollen**. Journal of Apicultural Science, v. 50, p. 65–79, 2006.

UNITED NATIONS. Sustainable Development Goals. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>. Acesso em: 15 ago. 2022.

VASCONSELOS, M. R. S; DUARTE, A. W. F.; GOMES, E. P; SILVA, S. C; LÓPEZ, A. M. Q; **Physicochemical composition and antioxidant potential of bee pollen from different botanical sources in Alagoas, Brazil**. Ciência e Agrotecnologia, 41(4), p. 447-458, jul/ago 2017.

VÉGH, R.; CSÓKA, M.; STEFANOVITS-BÁNYAI, É.; JUHÁSZ, R.; SIPOS, L. **Biscuits Enriched with Monofloral Bee Pollens: Nutritional Properties, Techno-**

Functional Parameters, Sensory Profile, and Consumer Preference. *Foods*, 2023.

VILAÇA, I. L. V.; COSTA, R. F.; Caracterização nas áreas de alagamentos na cidade de Pau dos Ferros – RN. *Sociedade e Território – Natal*, v.34, n.2, p.83-101, 2022.

VILLANUEVA, M. T. O.; MARQUINA, A. D.; SERRANO, R. B.; ABELLÁN, G. B.; **The importance of bee-collected pollen in the diet: a study of its composition.** *Internacional Journal of Food Sciences and Nutrition*, v.53, p. 217-224, 2002.

VITAT. **Tabela nutricional: informação de alimentos.** Disponível em: <https://vitat.com.br/alimentacao/busca-de-alimentos>. Acesso em: 20 de outubro de 2013.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos.** Versão 4. Unicamp, São Paulo, 2011.

THAKUR, M.; NANDA, V. **Composition and functionality of bee pollen: a review.** *Trends In Food Science & Technology*, v. 98, p. 82-106, abr. 2020

THAKUR, M.; NANDA, V. **Exploring the physical, functional, thermal, and textural properties of bee pollen from different botanical origins of India.** *Journal of Food Process Engineering*, e12935. 2018.

YANG, K.; WU, D.; YE X; LIU D.; CHEN J.; SUN P.; **Characterization of Chemical Composition of Bee Pollen in China.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2013.

YERLIKAYA, O. **Effect of bee pollen supplement on antimicrobial, chemical, rheological, sensorial properties and probiotic viability of fermented milk beverages.** *Mljekarstvo*, p. 268-279, 2014.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de pesquisa.** 2. ed. Florianópolis. UFSC, 2013.

ZANATTA, C. L.; SCHLABITZ, C.; ETHUR, E. M. Avaliação físico-química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.21, n.3, p.459-468, 2010.

8 ANEXOS

Anexo 1 – Flyer de divulgação da análise sensorial.

Anexo 2 – Ficha de avaliação de análise sensorial.

ANEXO 1: FLYER DE DIVULGAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL

Análise Sensorial

COOKIE
À BASE DE PÓLEN APÍCOLA

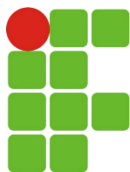
data: **25/07/23**
horário: **8:00**
local: **Laboratório 85**

RESTRIÇÕES:
- 18+
- Contém ovo;
- Contém glúten;
- Contém pólen apícola

INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande
do Norte

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
USO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS NATURAIS
PPg USRN
MESTRADO PROFISSIONAL

ANEXO 2 : AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BISCOITO TIPO COOKIES



Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Campus Pau dos Ferros

ANÁLISE SENSORIAL

Nome: _____ Idade: _____

Sexo: _____ Data: __/__/_____.

Você está recebendo amostras de biscoitos tipo cookies. Por favor, avalie as amostras utilizando a escala hedônica de 9 pontos abaixo para descrever o quanto gostou ou desgostou das características sensoriais. Assinale o local referente à escala que melhor reflita seu julgamento. Por favor, enxágue a boca com água antes da avaliação da próxima amostra.

Escala Hedônica

| 1-desgostei extremamente, 2- desgostei muito, 3-desgostei moderadamente, 4-desgostei ligeiramente, 5-não gostei e não desgostei, 6-gostei ligeiramente, 7-gostei moderadamente, 8-gostei muito, 9- extremamente. | | | | | |
|--|---------------------|-------|-------|---------|------------------|
| Amostras | Atributos avaliados | | | | |
| | Cor | Aroma | Sabor | Textura | Impressão global |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Se este produto estivesse disponível no mercado, indique sua intenção de compra de acordo com a escala de 5 pontos.

Intenção de compra

| 5 – certamente compraria, 4 – possivelmente compraria, 3 – talvez comprasse/talvez não comprasse, 2 – possivelmente não compraria, 1 – jamais compraria. | |
|--|--------------------|
| Amostras | Intenção de compra |
| | |
| | |
| | |
| | |

Comentários :
