

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/386984335>

Desenvolvimento de mistura em pó para o preparo de bebida à base de amêndoa da castanha-de-caju e pólen apícola de *Apis mellifera*

Conference Paper · June 2024

DOI: 10.29327/1407184

CITATIONS

0

4 authors, including:



Schirlayne De Sousa Lima da Silva
Federal University of Ceará

4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



Desenvolvimento de mistura em pó para o preparo de bebida à base de amêndoa da castanha-de-caju e pólen apícola de *Apis mellifera*

Schirlayne de Sousa Lima da Silva¹, Sara Maria Nunes Schons², Caroline Roberta Freitas Pires³, Maria Teresa do Rêgo Lopes⁴

¹Universidade Federal do Ceará, Departamento de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, Ceará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0228-2008>. E-mail: schirlayne@gmail.com

²Universidade Federal do Tocantins, Departamento de Nutrição, Palmas, Tocantins, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7723-9892>. E-mail: sara.schons@mail.uft.edu.br

³Universidade Federal do Tocantins, Departamento de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Palmas, Tocantins, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1427-7276>. E-mail: carolinerfpres@mail.uft.edu.br

⁴Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8814-1072>. E-mail: maria-teresa.lopes@embrapa.br

RESUMO

A indústria de alimentos tem apresentado bastante interesse em produtos fontes de proteínas naturais que apresentem alegações funcionais relevantes, tais como, a amêndoa da castanha-de-caju e o pólen apícola. A elaboração de bebidas em pó vegetais a partir desses ingredientes, pode vir como uma alternativa de alto potencial tecnológico e nutricional aos consumidores. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma mistura em pó a base de ACC e pólen apícola e avaliar as características físico-químicas do produto. Cinco formulações foram desenvolvidas com diferentes adições de pólen apícola. Foram realizadas análises físico-químicas e tecnológicas das formulações. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa SISVAR, segundo a ANOVA e o teste de Tukey a 5% de significância. Nos resultados, obteve-se para as cinco formulações valores médios de umidade que variaram de 5,45 a 6,07%, cinzas de 2,04 a 2,37%, lipídeos de 25,02 a 33,28%, proteínas de 23,26 a 31,49%, fibras de 1,20 a 2,26% e carboidratos de 28,03 a 43,89%. Todas as formulações apresentaram solubilidade acima de 90% e resultados de molhabilidade que ficaram entre 417 a 588 s. As formulações da bebida em pó de ACC com pólen apícola apresentaram elevado teor proteico, o que demonstra o potencial do produto para a alimentação humana.

Palavras-chave: Alimento funcional; Apicultura; Bebida desidratada.

INTRODUÇÃO

A constante alteração de hábitos alimentares nos últimos anos vem demandando das indústrias alimentícias, profissionais e pesquisadores, a elaboração e inserção de produtos que possam atender às necessidades e preferências alimentares dos consumidores. Dentre o



vasto mercado de produtos alimentícios inovadores está o de bebidas em pó elaboradas a partir de extratos vegetais, que de acordo com Ferreira e Lopes (2018), é uma alternativa para o público em substituição de outros produtos elaborados a partir do leite de origem animal.

As bebidas em pó ou instantâneas são alimentos desidratados através de métodos tecnológicos de secagem como o *spray dryer*, por exemplo, resultando em um produto final com baixo teor de água e com características boas de reconstituição em meio aquoso, sendo que esses alimentos podem ser encontrados para comercialização em diversos tipos e sabores e são reconhecidos por sua praticidade e grande preferência por parte do público-consumidor (Çopur; İncedayi e Karabacak, 2019).

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma árvore frutífera de clima tropical. Essa espécie vegetal origina-se das regiões Norte e Nordeste do Brasil, mas também pode ser encontrada em países como, Índia, África do Sul, Nigéria e Vietnã e contribui como fonte de desenvolvimento econômico, em especial no Nordeste brasileiro (Uslu e Özcan, 2019). Um dos principais produtos de utilização do cajueiro é o seu fruto, a castanha, é um alimento fonte de nutrientes como carboidratos, proteínas, gorduras, ácidos graxos insaturados, fibras solúveis e insolúveis, além de fósforo e ferro (Porfírio; Henrique e Reis, 2014; Uslu e Özcan, 2019).

Na área de alimentos, a amêndoa da castanha-de-caju pode ser utilizada tanto na forma natural torrada e salgada como uma opção de tira-gosto no acompanhamento de bebidas, quanto como um ingrediente no processamento de outros produtos alimentícios como pães, biscoitos e bolos (Embrapa Agroindústria Tropical, 2003), conferindo-lhes uma maior palatabilidade devido ao sabor agradável que a matéria-prima possui.

Outra matéria-prima que merece destaque no que tange ao aumento do valor proteico dos alimentos é o pólen apícola. Segundo a instrução normativa vigente, o pólen apícola é definido como um produto resultante da aglutinação do pólen das flores mediante néctar e enzimas salivares das abelhas que é recolhido no ingresso da colmeia (Brasil, 2001).

Nutricionalmente, o pólen apícola é composto por proteínas, aminoácidos, lipídeos, carboidratos, vitaminas, minerais e outros micronutrientes importantes para a alimentação humana (Melo, 2015). Além do mais, estudos e análises demonstram o alto potencial biológico do grão de abelha devido as substâncias fenólicas e flavonoides presentes em sua composição, estas capazes de desempenharem efeitos benéficos à saúde como propriedade antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana (Carpes *et al.*, 2007; Sattler *et al.*, 2015), por exemplo.



Diante do contexto, a elaboração de novos produtos que têm como base a utilização de ingredientes naturais e de alto potencial tecnológico na área de alimentos como a castanha-de-caju e o pólen apícola, possibilitam às matérias-primas um aumento em seus valores agregados ampliando a diversificação de subprodutos produzidos a partir das mesmas, além também de colaborarem na dieta humana fornecendo alto conteúdo nutricional, biológico e funcional para o organismo. Com isso, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma mistura em pó a base de amêndoa da castanha-de-caju e pólen apícola e avaliar as características físico-químicas e tecnológicas do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da matéria-prima

As amêndoas de castanha-de-caju (ACC), o pólen apícola de *Apis mellifera* e a goma guar foram adquiridos no Estado do Piauí, Brasil, seguindo todos os critérios higiênico-sanitários e de qualidade. Os materiais foram encaminhados aos Laboratórios de Análise de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins – UFT, *Câmpus* Palmas para realizar as análises físico-químicas e o desenvolvimento das formulações.

Extração de gordura da farinha de amêndoa da castanha-de-caju

Com o auxílio de um liquidificador doméstico, a ACC foi triturada até a obtenção de um material de aspecto granulométrico farináceo e homogêneo. A extração de gordura da farinha da ACC foi realizada pelo método a frio com o auxílio de uma prensa hidráulica (PH 15 toneladas, Skay).

Instantaneização da farinha de amêndoa da castanha-de-caju

A instantaneização da torta de ACC parcialmente desengordurada foi realizada conforme Barros (2013) com algumas modificações. Inicialmente, adicionou-se álcool de cereais à farinha e agitou-se até a obtenção de uma mistura visualmente homogênea. Em uma peneira de malha de inox (60 fios por polegadas), o álcool e a farinha umidificada foram separados e acomodados em bandejas de aço inoxidável de forma homogeneizada. Posteriormente, o material foi levado para uma estufa de secagem à temperatura entre 40° e 45 °C, até peso constante, para assegurar que o álcool de cereais fosse evaporado completamente da farinha.



Elaboração das formulações

Após a obtenção do pó da ACC instantaneizada, foram desenvolvidas cinco formulações com a adição de diferentes concentrações de pólen apícola, conforme expresso na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Formulação da mistura em pó para bebida à base de amêndoa da castanha-de-caju e pólen apícola sabor natural.

INGREDIENTES	C	F1	F2	F3	F4
Castanha-de-caju	98,0%	96,5%	95,5%	94,5%	93,5%
Pólen apícola	-	1,5 %	2,5%	3,5%	4,5%
Goma guar	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%

C - Mistura em pó controle sem adição de pólen apícola; F1 - formulação em pó contendo 1,5% de pólen apícola; F2 - formulação em pó contendo 2,5% de pólen apícola; F3 - formulação em pó contendo 3,5% de pólen apícola; F4 - formulação em pó contendo 4,5% de pólen apícola.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Antes de iniciar o processamento, o pólen apícola desidratado foi triturado e peneirado para a obtenção de partículas pequenas do ingrediente para a sua melhor agregação nos produtos elaborados. Em seguida, a mistura, já com todos os ingredientes, foi peneirada (malha 0,2 mm) para se obter um aspecto granulométrico mais homogêneo e uniforme. Por fim, as amostras formuladas foram acondicionadas em embalagens de polietileno laminado com dispositivo para fechamento e armazenadas à temperatura ambiente e na ausência de luminosidade.

Análises tecnológicas do produto

A determinação de solubilidade foi realizada segundo a metodologia proposta por Cano-Chauca *et al.* (2005). O teste de molhabilidade foi feito de acordo com a metodologia de Vissotto *et al.* (2006).

Análises químicas do produto

A determinação de umidade foi realizada por dessecação em estufa a 105 °C até atingir peso constante (AOAC, 2000). Para determinação do extrato etéreo, utilizou-se o aparelho de “Soxhlet” conforme metodologia da AOAC (2000). Para determinação de proteína seguiu-se as etapas de digestão, destilação e titulação conforme metodologia de “Kjeldhal”,



posteriormente foi calculado o teor de nitrogênio da amostra, transformando para proteína (AOAC, 2000). O teor de fibra bruta foi determinado por um equipamento, denominado digestor de fibra ANKON 200/220, cujo princípio de funcionamento baseia-se na digestão ácida e básica e filtragem das amostras contidas em bolsa de tecido de TNT-100, em ambiente fechado (komarek; Robertson; Van soest, 1994). Para determinação de cinzas, a amostra foi pulverizada no forno tipo mufla a 550°C por 4 horas (AOAC, 2000). A fração glicídica das amostras foi determinada pela diferença, segundo a equação 1:

$$\% \text{ FG} = 100 - [\% \text{ umidade} + \% \text{ extrato etéreo} + \% \text{ proteína} + \% \text{ fração de cinza}]$$

na matéria integral.

Análise de cor

A cor foi determinada a 25°C usando um colorímetro digital (Minolta CR4000, fonte de luz D65 em espaço de cor L*a* b* do sistema CIE L*a*b), os valores de h° e Croma foram calculados.

Análise estatística

Para a caracterização das misturas em pó foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com quatro formulações e cinco repetições. Para realização da análise estatística, foi utilizado o programa SISVAR, utilizando um intervalo de confiança de 95%. Os resultados obtidos para as análises químicas, de cor e propriedades tecnológicas, foram submetidos à análise de variância e o teste de *Tukey* foi utilizado para comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição nutricional do produto

Os resultados médios da composição nutricional das misturas em pó de amêndoa de castanha-de-caju (ACC) enriquecidas com pólen apícola seguem expostos na Tabela 2.



Tabela 2 - Composição nutricional das misturas em pó de amêndoa da castanha-de-caju enriquecidas com pólen apícola.

PARÂMETRO	FORMULAÇÕES				
	C	F1	F2	F3	F4
Umidade (%)	5,81±0,09 ^{ab}	5,45±0,27 ^b	6,05±0,05 ^a	6,07±0,07 ^a	5,92±0,06 ^a
Cinzas (%)	2,24±0,03 ^a	2,37±0,08 ^a	2,17±0,06 ^a	2,13±0,10 ^a	2,04±0,05 ^a
Lipídeos (%)	29,03±1,59 ^a	25,02±3,96 ^a	29,53±1,52 ^a	30,24±4,19 ^a	33,28±0,00 ^a
Proteínas (%)	20,50±1,02 ^b	23,26±0,69 ^{ab}	31,49±2,16 ^a	30,81±3,45 ^a	30,73±0,01 ^a
Fibra Bruta (%)	1,26±0,00 ^a	1,20±0,15 ^a	2,26±0,38 ^a	1,20±0,21 ^a	1,22±0,27 ^a
Carboidratos (%)	42,42±0,18 ^a	43,89±3,17 ^a	30,76±3,56 ^b	30,74±0,71 ^b	28,03±0,06 ^b

C - Mistura em pó controle sem adição de pólen apícola; F1 - formulação em pó contendo 1,5% de pólen apícola; F2 - formulação em pó contendo 2,5% de pólen apícola; F3 - formulação em pó contendo 3,5% de pólen apícola; F4 - formulação em pó contendo 4,5% de pólen apícola. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de *Tukey* ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$). Resultados foram descritos na forma de média e \pm desvio padrão.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Os valores médios de umidade variaram de 5,45% (F1) a 6,07% (F3). É possível observar (Tabela 2), que as formulações F2, F3 e F4 apresentaram um aumento no teor de umidade, no entanto, não é possível inferir que seja devido a adição do pólen, visto que não se constatou diferença estatística entre a amostra controle.

O regulamento técnico para produtos de origem vegetal, incluindo as sementes de oleaginosas, determina que produtos vegetais secos ou desidratados podem possuir umidade de até 12% (Brasil, 2005). Dessa forma, o teor de umidade obtido das amostras está dentro dos padrões estabelecidos. A baixa umidade de um produto colabora na extensão da sua vida de prateleira, pois auxilia na redução do desenvolvimento de microrganismos, no entanto, esta pode sofrer interferência do teor de gorduras, principalmente quando insaturadas (Holanda, 2017).

Para cinzas, não houve diferença estatística significativa entre as amostras de mistura em pó avaliadas, contudo os valores médios variaram de 2,04g a 2,37g. Logo, as concentrações do produto apícola não foram suficientes para agregar esse parâmetro ao produto. Tanto a ACC quanto o pólen apícola são fontes de minerais. Segundo Negrão e Orsi (2018), o teor de cinzas do pólen pode variar de 2,22 a 2,58g em 100. Já o percentual médio de cinzas encontrado na castanha-de-caju é de aproximadamente 2,5% (Pinto, 2021; TBCA, 2020; USDA, 2019), sendo o ferro, magnésio, potássio, zinco, selênio e manganês, minerais que a compõem (USDA, 2019).



Os dados mostraram que para lipídeos, os valores variaram de 25,02g (F1) a 33,28g (F4). As diferentes concentrações de pólen apícola adicionadas às formulações não alteraram de maneira significativa o teor lipídico entre as amostras. De acordo com a literatura, a fração lipídica do pólen apícola é composta por ácidos graxos como alfa-linolênico (ômega-3) e ácido alfa-linoleico (ômega-6) (Anjos; Campos e Estevinho, 2017), enquanto que, a ACC, é fonte abundante de lipídeos tanto na forma crua quanto torrada (Ogungbenle e Afolayan, 2015; USDA, 2019; Uslu e Özcan, 2019; TBCA, 2020), sendo constituída predominantemente de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados com destaque para a presença do ácido linoleico e linolênico (Ogungbenle e Afolayan, 2015).

Devido ao alto teor de gorduras insaturadas, o produto tem maiores chances de sofrer oxidação lipídica, o que, conseqüentemente, pode levar à perda de sabor e a mudanças nas características físico-químicas. No entanto, a inclusão do mesmo a alimentação pode minimizar o risco de doenças cardiovasculares devido ao seu elevado teor de ácidos graxos insaturados, que colaboram na redução dos níveis de colesterol séricos (Alves *et al.*, 2016).

Com relação ao teor de proteína, os dados das amostras analisadas variaram de 20,50% (Controle) à 31,49% (F2). Os resultados obtidos apontam que o pólen favorece o enriquecimento proteico, pois, como observado (Tabela 2), à medida em que a concentração do mesmo foi aumentada, houve um acréscimo no teor proteico das amostras analisadas.

Krystyan *et al.* (2015) elaboraram um biscoito enriquecido com pólen apícola e os valores encontrados pelos autores mostraram que, quanto maior foi a concentração de pólen adicionado, maior também foi o teor de proteína presente no produto final em relação à amostra controle (6,96% - 7,56%). Silva *et al.* (2010) desenvolveram uma bebida láctea pasteurizada sabor bacuri enriquecida com 2% a 4% de pólen. Os autores puderam constatar que, o maior percentual de pólen aumentou em mais de 60% o teor proteico da bebida B (1,25%) em relação a bebida A (0,76%). Além disso, a análise sensorial das bebidas obteve uma boa aceitação, com médias de aceitabilidade superiores a 70%.

Segundo Fuenmayor *et al.* (2014), o teor proteico do pólen seco varia de 16,1% a 32,1%, com média de 23,8%, essa variação se deve a sua origem botânica. Nesse sentido, os resultados da presente pesquisa apontam que o produto das abelhas contribuiu para o aumento de mais de 50% no teor proteico das formulações a partir da adição de 2,5%.

A ACC inteira crua em sua composição, possui 3,3% de fibra alimentar (USDA, 2019; TBCA, 2020). Já o pólen apícola, é composto por 2,13% a 9,9% de fibras (Bárbara *et al.*,



2018). Para fibra bruta, observou-se que, embora os valores médios das amostras tivessem variado de 1,20% a 2,26%, as mesmas não se diferiram estatisticamente. Com isso, foi possível aferir que, a adição dos diferentes percentuais de pólen apícola não alterou a nível de significância o teor de fibras das misturas formuladas.

Os dados demonstraram que a amostra F1 apresentou o maior valor médio para carboidratos, com 43,89 g, porém não se diferiu estatisticamente da amostra controle (42,42 g). Percebeu-se que a partir da adição da concentração de 2,5% de pólen apícola houve uma redução significativa no teor de carboidratos.

Conte *et al.* (2020) no desenvolvimento de pães sem glúten enriquecidos com pólen observaram um aumento de carboidratos proporcional a adição de pólen. Já Krystyjan *et al.* (2015) constataram diferença estatística para carboidratos em seu biscoito já na amostra com adição de 2,5% de pólen em relação a controle, sendo que adições crescentes causaram redução de carboidratos dos biscoitos. Esse resultado condiz com o observado na amostra do produto em pó desenvolvido neste estudo.

Cor do produto

A cor é uma característica sensorial física associada à aparência e que pode ser capaz de influenciar na aceitação de um produto por parte dos consumidores. Dessa forma, os valores da análise colorimétrica obtidos nas amostras das misturas em pó (CBP) e diluídas (CBD), encontram-se expressos na Tabela 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3 - Análise de cor das bebidas em pó de amêndoa de castanha-de-caju enriquecidas com pólen apícola.

AMOSTRA	CBP				
	L*	a*	b*	C*	h°
C	47,12±5,56 ^a	0,626±0,06 ^a	20,04±1,20 ^a	20,05±1,19 ^a	88,19±0,23 ^c
F1	53,44±9,27 ^a	-0,063±0,12 ^{bc}	19,53±2,24 ^a	19,53±2,24 ^a	90,15±0,33 ^{ab}
F2	53,50±4,91 ^a	-0,286±0,22 ^c	19,72±1,14 ^a	19,72±1,14 ^a	90,81±0,60 ^a
F3	52,90±3,07 ^a	-0,163±0,13 ^{bc}	20,78±0,63 ^a	20,78±0,64 ^a	90,43±0,34 ^{ab}
F4	51,30±7,31 ^a	0,063±0,07 ^b	21,72±2,03 ^a	21,72±2,03 ^a	89,80±0,20 ^b

CBP: Cor da bebida em pó. Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de *Tukey* ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$). Resultados expressos em média e \pm desvio padrão.

Fonte: Elaboração própria, 2024.



De acordo com os dados (Tabela 3), não foi possível observar diferença estatística significativa entre as amostras formuladas quanto aos parâmetros de luminosidade (L^*), coordenada b^* e cromaticidade (C^*).

A coordenada L^* é o eixo y que avalia a luminosidade, variando de zero (mais próximo a preto) até 100 (mais próximo a branco). A coordenada b^* se posiciona no eixo z, que varia do azul (valores de -60 a 0) ao amarelo (valores de 0 a 60) (Lima *et al.*, 2015). A cromaticidade (C^*) representa a saturação, onde valores positivos representam uma cor mais saturada, e valores negativos representam menos saturada (Konica Minolta, 2007).

Para a coordenada a^* , observou-se que a formulação controle diferiu significativamente das demais amostras com adição de pólen apícola, apresentando o maior valor médio ($0,626$). A coordenada a^* se posiciona no eixo x, em que valores entre -60 a 0 significam cores mais próximas ao verde, já intervalos entre 0 a $+60$ resultam em cores próximas ao vermelho (Lima *et al.*, 2015).

O ângulo de tonalidade hue (h°) é dado em graus, em que: 0° seria $+a^*$ (vermelho), 90° seria $+b^*$ (amarelo), 180° seria $-a^*$ (verde) e 270° seria $-b^*$ (azul) (Konica Minolta, 2007). Os dados obtidos para h° ficaram entre $88,19$ (C) e $90,81$ (F2), ou seja, a amostra controle apresentou-se estatisticamente inferior às demais amostras (Tabela 3). Esse resultado pode ser justificado pela adição do pólen apícola, o que conferiu uma tonalidade de cor mais amarelada aos produtos formulados.

Tabela 4 - Análise de cor das bebidas de amêndoa de castanha-de-caju enriquecidas com pólen apícola diluídas em água.

AMOSTRA	CBD				
	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
C	$45,06 \pm 3,23^a$	$-1,01 \pm 0,16^a$	$7,74 \pm 0,57^b$	$7,81 \pm 0,58^b$	$97,50 \pm 0,96^b$
F1	$47,19 \pm 0,33^a$	$-1,58 \pm 5,98^{ab}$	$9,26 \pm 0,19^{ab}$	$9,40 \pm 2,20^{ab}$	$99,90 \pm 1,37^{ab}$
F2	$42,97 \pm 0,60^a$	$-1,79 \pm 5,49^b$	$10,48 \pm 0,25^{ab}$	$10,63 \pm 1,02^{ab}$	$99,70 \pm 0,72^{ab}$
F3	$43,75 \pm 0,34^a$	$-2,16 \pm 5,07^b$	$11,60 \pm 0,37^a$	$11,80 \pm 0,69^a$	$100,49 \pm 1,34^a$
F4	$41,58 \pm 0,20^a$	$-2,03 \pm 0,49^b$	$12,13 \pm 0,10^a$	$12,30 \pm 0,35^a$	$99,51 \pm 0,61^{ab}$

CBD: Cor da bebida diluída. Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$). Resultados expressos em média e \pm desvio padrão.

Fonte: Elaboração própria, 2024.



Analisando as amostras das misturas diluídas (Tabela 4), observou-se que somente as médias de luminosidade (L^*) não apresentaram diferença estatística significativa, embora os valores de refletância variassem de 41,58 a 45,06.

Todos os valores de a^* foram negativos, se deslocando para o marcador mais próximo a cor verde, onde a amostra C não se diferenciou de F1. Para a coordenada b^* os valores se deslocam em direção ao amarelo (7,74 - controle à 12,13 – F4), porém com valores mais baixos quando relacionados às formulações em pó, isso se deve a diluição com água ao qual o pó foi submetido.

As bebidas diluídas apresentaram menos saturação (C^*) quando comparadas às formulações em pó. Não houve diferença significativa entre as formulações com adição de pólen apícola, sendo a amostra F4 a que apresentou o maior valor médio, com 12,30.

Quanto ao ângulo h° , os valores se situaram entre amarelo e verde, com valores mais próximos a coloração amarelada. A amostra F3 apresentou o maior valor médio (100,49) para este parâmetro, no entanto não se diferiu estatisticamente das demais amostras incorporadas de pólen apícola. Os resultados obtidos estão próximos aos encontrados por Holanda (2017) em bebida vegetal de ACC padrão e bebida vegetal de ACC com leite de coco, onde os ângulos h° foram de 109,01 e 110,97, respectivamente.

Análises tecnológicas do produto

Os resultados obtidos a partir das análises tecnológicas de solubilidade e molhabilidade realizadas no produto estão expostos na Tabela 5.

Tabela 5 - Propriedades tecnológicas de molhabilidade em segundos (s) e solubilidade das formulações em pó de amêndoa de castanha-de-caju enriquecidas com pólen apícola.

AMOSTRA	SOLUBILIDADE (%)	MOLHABILIDADE (s)
C	92,42±1,32 ^a	588±3,30 ^a
F1	94,55±3,54 ^a	585±0,24 ^a
F2	95,04±0,31 ^a	584±2,12 ^a
F3	95,03±0,49 ^a	540±0,94 ^b
F4	95,20±2,14 ^a	417±1,41 ^c

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de *Tukey* ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$). Resultados expressos em média e \pm desvio padrão.

Fonte: Elaboração própria, 2024.



Para solubilidade, os valores médios variaram entre 92,42% (C) e 95,20% (F4), entretanto, não houve diferença estatística entre as amostras formuladas. Em geral, o índice de solubilidade está relacionado a quantidade de sólidos solúveis presentes na amostra, onde o alto percentual de moléculas solúveis em água auxilia na homogeneização do produto apresentando elevadas propriedades instantâneas (Ferreira *et al.*, 2015). Também é fato que, a solubilidade é uma importante propriedade tecnológica em produtos em pó.

Os lipídeos são moléculas hidrofóbicas, não sendo miscíveis em água, e apesar das formulações de ACC com pólen apresentarem um considerável percentual de gordura em sua composição, os valores obtidos indicam bons resultados de solubilização para a mistura em pó elaborada. Possivelmente, isso pode estar relacionado ao processo a aplicação do álcool de cereais à farinha da amêndoa, pois um dos mecanismos de ação do solvente é quebrar os glóbulos de gordura e tornar o produto em pó mais poroso, isso melhora as propriedades instantâneas do produto, deixando-o mais solúvel e molhável (Barros, 2013).

O teste de molhabilidade é realizado para avaliar a reconstituição de partículas em meio aquoso e, conseqüentemente, as propriedades instantâneas de um produto em pó (Duarte *et al.*, 2017). Sendo assim, foi possível observar que a amostra F4, formulada com a maior concentração de pólen apícola (4,5%), apresentou um tempo de molhabilidade estatisticamente inferior às demais, com 417 s. Esse resultado pode ser justificado pelo comportamento altamente higroscópico do pólen, uma vez que o mesmo possui alta capacidade de absorver a umidade do meio (Melo *et al.*, 2018; Lima, 2018). Além disso, a goma guar também apresenta propriedades hidrofílicas e alta capacidade de hidratação em meio aquoso (Silva *et al.*, 2018), o que deve ter corroborado com o parâmetro no produto.

Barros (2013) em sua pesquisa preparou formulações de achocolatado por processo convencional e instantâneo com a utilização do álcool de cereais. Assim como no presente estudo, em seus resultados, o autor também pôde constatar melhora significativa nas propriedades de molhamento dos produtos em pó instantaneizados em comparação com os preparados por processos convencionais.

CONCLUSÃO

A incorporação do pólen apícola não influenciou nos teores lipídicos, de cinzas e fibras, porém, aumentou significativamente o teor proteico das formulações, com destaque para a formulação F2. Quanto à colorimetria, as formulações da mistura em pó e da bebida diluída



tenderam a uma tonalidade de cor amarelada. Todas as formulações apresentaram mais de 90% de solubilidade, o que beneficia a homogeneização do produto em meio aquoso. Em relação a molhabilidade, os resultados obtidos mostraram que a amostra F4 apresentou menor tempo de molhabilidade, indicando que maiores concentrações de pólen apícola podem resultar no molhamento mais rápido das partículas em pó, possivelmente pelo comportamento higroscópico do produto. Logo, constata-se que o pólen possui um alto potencial tecnológico, sendo uma alternativa para a indústria que busca aumentar o teor proteico em produtos alimentícios à base de plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. M. *et al.* Oilseeds native to the Cerrado have fatty acid profile beneficial for cardiovascular health. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 29, n. 6, p. 859 – 866, nov./dez. 2016.

ANJOS, O.; CAMPOS, M. G.; ESTEVINHO, M. L. Poderá o pólen ser considerado um superalimento? **Revista do Instituto Politécnico de Castelo Branco**, v. 7, n.11, p. 20-26, 2017.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 18 ed. Washington, DC, 2000.

BÁRBARA, M. F. S. *et al.* Caracterizações microbiológica e físico-química de pólen armazenados por abelhas sem ferrão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, e2017180, 2018.

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, geleia real, geleia real liofilizada, pólen apícola, própolis e extrato de própolis. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 23 jan. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC N° 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 184, 23 set. 2005.

BARROS, D. J. M. **Desenho e avaliação de formulações de achocolatados processados por processo convencional e instantâneo**. 2013. 104 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CANO-CHAUCA, M. *et al.* Effect of the carriers on the microstructure of mango powder spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 6, n. 4, p. 420 - 428, 2005.



CARPES, S.T. *et al.* Study of preparations of bee pollen extracts, antioxidante and antibacterial activity. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1818 - 1825, nov./dez. 2007.

CONTE, P. *et al.* Nutritional and aroma improvement of gluten-free bread: is bee pollen effective? **LWT - Food Science and Technology**, v. 118, n. 10871, jan. 2020.

ÇOPUR, Ö. U.; İNCEDAYI, B.; KARABACAK, A. Ö. Technology and nutritional value of powdered drinks. **Production and Management of Beverages**, 2019, p. 47-83.

DUARTE, E. L. *et al.* Influência da liofilização sobre os carotenoides de frutos do Cerrado e comportamento higroscópico dos produtos Liofilizados. **Perspectiva Online: biologia & saúde**, Campos dos Goytacazes, v. 23, n. 7, p. 22–33, 2017.

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL. **Sistemas de produção do caju**. 2 ed. Fortaleza: EMBRAPA, jul. 2016. ISSN: 1678-8702. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7705&p_r_p_-996514994_topicoId=10308>. Acesso em: 20 de nov. 2023.

FERREIRA, D.N.; LOPES, R.M.M. Obtenção e caracterização físico-química do extrato vegetal da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale*) para elaboração de sobremesa não láctea. In: VIEIRA, V. B. **Desafios da ciência e tecnologia de alimentos**, v. 4. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018, cap. 10, p. 98 – 106.

FERREIRA, M. S. L. *et al.* Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 2, p. 822 - 830, 2015.

FUENMAYOR B, C. *et al.* Evaluation of the physicochemical and functional properties of Colombian bee pollen. **Revista MVZ Córdoba**, v. 19, n. 1, p. 4003 – 4014, 2014. ISSN: 0122-0268.

HOLANDA, S. A. M. H. **Desenvolvimento e caracterização de bebida vegetal à base de amêndoa de castanha de caju, adicionada de achocolatado, leite de coco ou banana**. 2017. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

KOMAREK, A. R.; ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. Comparison of the methods for determining ADF using the filter bag technique versus conventional filtration. **Journal Dairy Science**, v. 77, (suppl.1): 01, 1994.

KONICA MINOLTA. **Precise color communication**: color control from perception to instrumentation. 2007. Disponível em: <https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf>. Acesso em: 15 de fev. 2024.



KRYSTYJAN, M. *et al.* The fortification of biscuits with bee pollen and its effect on physicochemical and antioxidant properties in biscuits. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, p. 640 – 646, 2015.

LIMA, J. R. *et al.* Relato de caso: Caracterização físico-química e aceitabilidade de paçoca produzida com amêndoa de castanha-de-caju e sua comparação com produtos comerciais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 332 – 336, out./dez. 2015.

LIMA, L. V. **Obtenção, caracterização e aplicação de isolado e concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju (*Anacardium occidentale L.*)**. 2018. 66 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

MELO, A. A. M. **Perfil químico e microbiológico, cor, análise polínica e propriedades biológicas do pólen apícola desidratado**. 2015. 341 p. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas), Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

MELO, A. A. M. *et al.* Produção, beneficiamento e adequação à legislação do pólen apícola desidratado, produzido no Brasil. **Revista Ciência em Extensão**, v. 14, n. 2, p. 55 – 73, 2018.

NEGRÃO, A. F.; ORSI, R. O. Harvesting Season and Botanical Origin Interferes in Production and Nutritional Composition of Bee Pollen. **Agrarian Sciences - Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 01, p. 325 - 332, Jan./Mar. 2018. ISSN: 1678-2690.

OGUNGBENLE, H. N.; AFOLAYAN, M. F. Physical and chemical characterization of roasted cashew nut (*Anacardium occidentale*) flour and oil. **International Journal of Food Science and Nutrition Engineering**, v. 5, n. 1, p. 1 - 7, 2015.

PINTO, D. S. **Desenvolvimento de bebida vegetal à base de amêndoa de castanha de caju (*Anacardium occidentale L.*), arroz (*Oryza sativa L.*) e ameixa (*Prunus domestica L.*)**. 2021. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

PORFÍRIO, E.; HENRIQUE, V. S. M.; REIS, M. J. A. Elaboração de farofa de grãos, sementes oleaginosas e castanha de caju: composição de fibras, ácidos graxos e aceitação. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n.3, p. 185 - 191, jul./set. 2014.

SATTLER, J. A. G. *et al.* 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, nov. 2015.

SILVA, E. V. C. *et al.* Elaboração de bebida láctea pasteurizada sabor bacuri enriquecida com pólen. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 01, p. 01 – 09, 2010.

TBCA – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Universidade de São Paulo (USP). **Food Research Center (FoRC)**. Versão 7.1. São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tbca>>. Acesso em: 11 de fev. 2024.



USDA - United States Department of Agriculture. **National Database for Standard Reference**. 2019. Disponível em: <<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/query=cashew%20nut>>. Acesso em: 11 de fev. 2024.

USLU, N.; ÖZCAN, M. M. Effect of microwave heating on phenolic compounds and fatty acid composition of cashew (*Anacardium occidentale*) nut and oil. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 18, n. 3, p. 344 – 347, 2019.

VISSOTTO, F. Z. *et al.* Avaliação da influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 3, p. 666 - 671, 2006.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da CAPES e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.