

Avaliação física e sensorial de cookies com farinhas de casca de amêndoa de cacau, arroz e trigo

Physical and sensory evaluation of cookies with cocoa bean, rice and wheat flours

Evaluación física y sensorial de galletas con harinas de cáscara de cacao, arroz y trigo

Recebido: 19/06/2022 | Revisado: 26/06/2022 | Aceito: 06/07/2022 | Publicado: 15/07/2022

Ludmilla Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5153-741X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: ludmartins@gmail.com

Sandro Lourenço

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5190-5825>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: sclourenco@hotmail.com

Elisnara Mariano

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7145-1966>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: elisnaradomingues@gmail.com

Brígida Monteiro Vilas Boas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9010-2972>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: brigida.monteiro@ifsuldeminas.edu.br

Aline Manke Nachtigall

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9691-0361>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: aline.manke@ifsuldeminas.edu.br

Resumo

É crescente a procura por farinhas alternativas ao trigo em produtos de panificação. A farinha de casca de amêndoa de cacau (FCAC), também conhecida como farelo de cacau, consiste em um resíduo da industrialização do chocolate, rico em fibras, nutrientes e isenta de glúten tornando-se um potencial substituto da farinha de trigo (FT), assim como a farinha de arroz (FA), conhecida por sua baixa alergenicidade. Desta forma, objetivou-se desenvolver biscoitos tipo *cookie* a partir das farinhas das cascas de amêndoa de cacau, arroz e trigo e avaliar o efeito da mistura nas características físicas e aceitabilidade do produto. Para tanto, foram realizadas sete formulações de biscoitos seguindo o delineamento simplex-centroide (misturas primárias, binárias e ternárias dos componentes FCAC, FA e FT). Nos biscoitos determinaram-se a dureza, cor (L^* , $^{\circ}$ Hue, Crom a^*) e intenção de compra. A dureza intermediária observada nos biscoitos elaborados com FCAC, pode ser justificada, segundo a literatura pelo seu alto teor de fibras presente na farinha, enquanto que FA contribuiu para a maciez dos biscoitos e FT para biscoitos mais duros. A presença de FCAC foi associada a biscoitos mais escuros e com menor pureza de cor em relação as outras farinhas (FA e FT) que originaram biscoitos mais claros, dourados e com maior pureza de cor, o que já era esperado pela distinção de cor entre as farinhas. Os biscoitos das formulações com maior concentração de FCAC (50% e 100%) apresentaram efeitos antagônico sob a intenção de compra, ao contrário das farinhas de trigo e arroz. Constatou-se que a FCAC empregada em até 33% da base farinácea dá origem a biscoitos com características físicas e sensoriais adequadas, podendo ser usada na panificação.

Palavras-chave: Resíduo agroindustrial; Planejamento de misturas; Celíacos; Biscoitos; Farinhas alternativas.

Abstract

It is growing the demand for alternative flours to wheat in bakery products. The cocoa bean shell flour (CFC), also known as cocoa bran, is a residue of chocolate industrialization, rich in fiber, nutrients and gluten-free becoming a potential substitute for wheat flour (WF), as well as rice flour (RF), known for its low allergenicity. Thus, the objective was to develop cookies from cocoa, rice and wheat flours and evaluate the effect of the mixture on the physical characteristics and product acceptability. For this, seven cookie formulations were made following the simplex-centroid design (primary, binary and ternary mixtures of the components CFC, RF and WF). In the cookies, hardness, color (L^* , $^{\circ}$ Hue, Chrom a^*) and purchase intention were determined. The intermediate hardness was observed in the cookies elaborated with CFC, can be justified, according to the literature by its high content of fibers present in the flour, while RF contributed for the softness of the cookies and WF for harder cookies. The presence of CFC was associated to darker cookies and with lower purity of color in relation to the other flours (RF and WF) that originated lighter cookies, golden and with higher purity of color, what was already expected by the distinction of

color among the flours. The cookies in the formulations with higher concentration of CFC (50% and 100%) showed antagonistic effects on the purchase intention, contrary to the wheat and rice flours. It was found that the CFC employed in up to 33% of the flour base gives origin to cookies with adequate physical and sensorial characteristics, and can be used in baking.

Keywords: Agroindustrial residue; Mixture planning; Coeliacs; Cookies; Alternative flours.

Resumen

Está aumentando la demanda de harinas alternativas al trigo en los productos de panadería. La harina de cáscara de grano de cacao (CFAC), también conocida como salvado de cacao, es un residuo de la industrialización del chocolate, rico en fibra, nutrientes y sin gluten convirtiéndose en un potencial sustituto de la harina de trigo (HT), así como de la harina de arroz (HA), conocida por su baja alergenicidad. Así, el objetivo era desarrollar galletas a partir de las harinas de cáscara de almendra de cacao, arroz y trigo y evaluar el efecto de la mezcla en las características físicas y la aceptabilidad del producto. Para ello, se realizaron siete formulaciones de galletas siguiendo el diseño simplex-centroide (mezclas primarias, binarias y ternarias de los componentes CFAC, HA y HT). En las galletas se determinó la dureza, el color (L^* , $^{\circ}$ Hue, Crom*) y la intención de compra. La dureza intermedia que se observó en las galletas elaboradas con CFAC, puede justificarse, según la literatura por su alto contenido de fibras presentes en la harina, mientras que el HA contribuyó para la suavidad de las galletas y el HT para las galletas más duras. La presencia de CFAC se asoció a galletas más oscuras y con menor pureza de color en relación a las otras harinas (HA y HT) que originaron galletas más claras, doradas y con mayor pureza de color, lo que ya se esperaba por la distinción de color entre las harinas. Las galletas de las formulaciones con mayor concentración de CFAC (50% y 100%) presentaron efectos antagónicos en la intención de compra, en contraste con las harinas de trigo y arroz. Se verificó que el CFAC empleado en hasta 33% de la harina base da origen a galletas con características físicas y sensoriales ajustadas, pudiendo ser utilizadas en la panadería.

Palabras clave: Residuos agroindustriales; Planificación de mezclas; Celíacos; Galletas; Harinas alternativas.

1. Introdução

A ideia de se produzir farinhas compostas ou mistas para uso em panificação e desenvolvimento de novos produtos almejam ir além do fornecimento de nutrientes básicos e satisfação do paladar do consumidor (de Souza & Soares, 2018), o que representa o crescente interesse da população em consumir alimentos mais saudáveis, buscando alternativas a substituições parciais ou totais da farinha de trigo. A utilização de subprodutos de hortaliças e frutas como ingredientes funcionais para alimentos são devidos às suas composições químicas, o que tem ganhado muita atenção, além de ser uma estratégia de revalorização de resíduos da indústria alimentar (Rojo-Poveda et al., 2020).

Dentre os produtos de panificação, o biscoito tipo *cookie* destaca-se pelo paladar adocicado, elevada aceitabilidade, independente de faixa etária, e por apresentar ampla vida de prateleira (Brito, 2015), mostrando-se uma formulação promissora para a adição de ingredientes que possam agregar valor nutricional ao produto.

Neste sentido, a farinha da casca de amêndoa de cacau pode ser uma alternativa tecnológica e econômica para este ramo da panificação. Seu emprego oportunizará a diversificação do mercado e destino nobre ao resíduo da produção do chocolate que, quando descartado, costuma ocupar grandes espaços e causar impactos significativos ao meio ambiente. Segundo Santos et al. (2010), os resíduos descartados do cacau tornam-se bastante atrativos para a alimentação humana, podendo ser utilizados, por exemplo, como auxiliares no fornecimento de aminoácidos essenciais, dado o seu teor de proteínas, aumento de elementos antioxidantes e, ainda, fonte alternativa de fibra para alimentação, configurando-se, portanto, como complemento alimentar de alto valor nutricional.

Outra farinha que merece destaque devido à possibilidade de emprego exitoso no ramo de panificação é a de arroz, que apresenta fácil digestão no organismo e, por não conter glúten, pode ser incluída na alimentação de pessoas portadoras de doença celíaca, substituindo o trigo nas preparações de alimentos (Sanguinetti, 2014; Freitas et al., 2020). De acordo com Ferreira et al. (2020), esta farinha ainda atua no metabolismo lipídico, reduzindo o colesterol e o risco de colite ulcerativa e câncer de cólon.

Segundo Maretí et al. (2010), os biscoitos possuem a capacidade de incorporar em suas formulações diferentes ingredientes e compostos bioativos sem perder suas características tecnológicas. Porém, na substituição parcial da farinha de

trigo por fontes proteicas e fibras, é possível que ocorram problemas tecnológicos como massa seca e quebradiça, devido aumento na absorção de água desses componentes. Também são afetadas as propriedades de mistura da massa (tempo de desenvolvimento, estabilidade, tolerância à mistura), sua elasticidade e extensibilidade e as características do produto final (volume, cor, umidade e dureza).

Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo desenvolver biscoitos tipo cookie a partir da mistura das farinhas de casca de amêndoa de cacau, arroz e trigo e avaliar o efeito desta substituição sobre as características físicas e a intenção de compra.

2. Metodologia

O estudo caracterizou-se como uma pesquisa quantitativa, uma vez que ocorreram coleta de dados numéricos por meio do uso de medições de grandezas, os quais foram analisados através de cálculos matemáticos (Pereira et al., 2018).

A farinha de casca de amêndoa de cacau foi fornecida pelo Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras - UFLA. Os demais ingredientes utilizados na elaboração dos biscoitos foram adquiridos no comércio local de Machado/MG.

Foram desenvolvidas sete formulações com proporções variadas de farinha de casca de amêndoa de cacau (FCAC), farinha de arroz (FA) e farinha de trigo (FT), seguindo o delineamento de misturas simplex-centroide (Tabela 1). As variáveis independentes consistiram nos três componentes de mistura (FCAC, FA e FT) e as variáveis dependentes caracterizaram-se pelas análises físicas (dureza, L^* , $^{\circ}$ Hue e Croma*) e pelo resultado do teste com consumidores (intenção de compra). Para avaliar o erro experimental e permitir testar a falta de ajuste dos modelos, realizou-se, em triplicata, a mistura ternária (F7_{Rep 1, 2 e 3}) com iguais proporções entre as farinhas.

Tabela 1. Planejamento simplex-centroide para a mistura das farinhas de casca de amêndoa de cacau, de arroz e de trigo nos biscoitos

Ensaio	Formulações	Proporções dos Componentes Originais		
		FCAC (x1)	FA (x2)	FT (x3)
1	F1	0	0	1
2	F2	0	1	0
3	F3	1	0	0
4	F4	0	1/2	1/2
5	F5	1/2	0	1/2
6	F6	1/2	1/2	0
7	F7Rep1	1/3	1/3	1/3
8	F7Rep2	1/3	1/3	1/3
9	F7Rep3	1/3	1/3	1/3

FCAC - farinha de casca de amêndoa de cacau; FA - farinha de arroz; FT - farinha de trigo. Fonte: Autores (2021).

Os biscoitos foram elaborados na Cozinha Experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Machado, empregando a formulação apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Formulação padrão dos biscoitos tipo cookies.

Ingredientes	Quantidade
Margarina com sal	90 g
Açúcar Refinado	100 g
Ovo	46,58g
Essência de baunilha	3,3 ml
Farinha ¹	200 g
Fermento em pó	5,22 g

¹As quantidades específicas da farinha de casca de amêndoa de cacau, farinha de arroz e farinha de trigo seguiram as proporções apresentadas na Tabela 1. Fonte: Autores (2021).

Para a elaboração dos biscoitos, os ingredientes passaram inicialmente pela etapa de mistura manual, até a obtenção de uma massa homogênea. A massa foi moldada em formato cilíndrico (aproximadamente 2,5 cm de diâmetro), submetida ao forneamento em forno elétrico doméstico a 180°C por 15 minutos, e resfriada em temperatura ambiente à 25°C. Os biscoitos foram acondicionados em recipientes de vidros hermeticamente fechados até o momento das análises.

A determinação da dureza e a análise de cor dos biscoitos foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do IFSULDEMINAS – *Campus Machado*. A caracterização da dureza dos biscoitos foi analisada em Texturômetro TA-XT₂.Plus (Stable Micro Systems®) à temperatura ambiente, empregando probe HDP/3PB e plataforma HDP/90, na qual os *cookies* foram organizados horizontalmente e cortados ao meio. Os resultados foram expressos em gramas e representam a média aritmética de dez determinações de dureza para amostras provenientes de uma mesma formulação. Os parâmetros empregados no teste foram: velocidade pré-teste = 1,0 mm.s⁻¹; velocidade de teste = 3,0 mm.s⁻¹; velocidade de pós-teste = 10,0 mm.s⁻¹; força de contato = 50 g e distância 5,0 mm e taxa de aquisição de 500 pps (Stable Micro System, 1997). Para determinar a cor dos *cookies*, realizaram-se as leituras dos valores L*, a*, b*, °Hue e croma diretamente na superfície de cinco biscoitos de cada formulação, utilizando Colorímetro Minolta CR400 (Konica Minolta®), com iluminante D₆₅, ângulo de observação de 2° e no sistema de cor CIEL*a*b* (Minolta, 1998). Calculou-se a diferença total de cor (ΔE) em relação à formulação que empregou 100% de farinha de trigo (F1), de acordo com a fórmula: $\Delta E^* = [\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}]^{1/2}$.

Já a análise de intenção de compra dos biscoitos foi realizada por 100 consumidores, de ambos os gêneros, alunos maiores de 18 anos e servidores da instituição, não treinados, não portadores de doença celíaca ou diabetes, consumidores de biscoitos, e que apresentavam disponibilidade de tempo e motivação em participar. As análises ocorreram em cabines individuais, onde as nove amostras de biscoitos (cerca de 14 g de cada) foram servidas em 2 sessões (sendo uma com 5 amostras e outra com 4 amostras), ao mesmo tempo por 15 minutos, com os mesmos consumidores, em bandejas brancas, acompanhadas de água e de uma ficha de análise contendo uma escala de atitude estruturada mista de 5 pontos (1 – certamente não compraria e 5 – certamente compraria), segundo a metodologia de Reis e Minin (2006). Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (IA) foi adotada a equação $IA (\%) = A \times 100 / B$, em que, A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto na escala de intenção de compra (Teixeira, Meinert & Barbeta, 1987). Esse estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais e está cadastrado sob o CAAE 89612218.2.0000.8158.

As variáveis de mistura (farinha de casca de amêndoa de cacau, farinha de arroz e farinha de trigo) e as variáveis dependentes (dureza, L*, °Hue, Croma e intenção de compra) foram ajustadas a equação do modelo e examinadas quanto à qualidade do ajuste, utilizando as estatísticas dadas pelo coeficiente de determinação R² e pela análise de variância pelo teste F. Para o estudo da significância dos efeitos individuais na variável resposta, as variáveis dependentes foram ajustadas em nível

de 5%, sendo as análises realizadas com o auxílio do programa Statistic 10,0 (Cirillo, 2015).

3. Resultados e Discussão

Os resultados das variáveis respostas referentes às análises físicas dos biscoitos elaborados com a mistura das farinhas de casca de amêndoa de cacau, arroz e trigo estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3. Dureza (g), valor L*, °Hue, Croma e ΔE dos biscoitos elaborados com a mistura de farinha de casca de amêndoa de cacau, farinha de arroz e farinha de trigo

Formulações	Mistura ¹			Variáveis Respostas				
	FCAC	FA	FT	Dureza (g)	Valor L*	°Hue	Croma (C*)	ΔE
F1	0	0	1	6.998,95	62,87	72,62	32,99	0
F2	0	1	0	2.785,40	68,67	77,59	31,38	6,44
F3	1	0	0	5.341,76	26,30	43,34	7,67	45,07
F4	0	1/2	1/2	3.441,83	71,78	85,04	28,17	11,76
F5	1/2	0	1/2	5.178,50	31,76	50,90	11,73	38,27
F6	1/2	1/2	0	5.082,46	33,24	57,07	14,42	35,34
F7	1/3	1/3	1/3	4.935,54	37,88	59,46	16,54	14,93
F8	1/3	1/3	1/3	4.935,54	35,95	58,65	16,65	14,97
F9	1/3	1/3	1/3	4.935,54	36,95	59,27	15,92	13,82

¹ Proporções das farinhas de casca de amêndoa de cacau (FCAC), farinha de arroz (FA) e farinha de trigo (FT). Fonte: Autores (2021).

Em relação ao parâmetro de dureza, a farinha de arroz esteve associada a biscoitos mais macios (2.785,40 g) ao passo que a farinha de trigo a biscoitos mais duros (6.998,95 g), De acordo com Assis et al. (2009), a dureza é um dos fatores que determina a aceitabilidade do alimento pelo consumidor e é desejável que seu valor seja baixo. Estes autores, ao estudarem as propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos nos quais a farinha de trigo foi substituída por farinha de aveia ou farinha de arroz parbolizado, encontraram valores de dureza de 16.390,6 g na formulação controle, 7.825,5 g no biscoito elaborado com farinha de arroz parbolizado e 8.435,2 g no biscoito produzido com farinha de trigo e farinha de arroz parbolizado. Tecnicamente, os biscoitos elaborados com farinha de arroz tornaram-se mais macios, corroborando os dados deste trabalho.

Sasaki et al. (2008) correlacionaram a maior dureza de biscoitos elaborados com trigo à rede formada pelas proteínas do glúten na massa dos biscoitos. Almeida et al. (2019) também associaram a textura dos biscoitos a formação da rede do glúten, no entanto, verificaram maior firmeza em biscoitos elaborados com farelo de arroz vermelho do que nos elaborados com farinha de trigo.

A dureza intermediária observada nos biscoitos elaborados com a farinha da casca da amêndoa do cacau (5.341,76 g) pode ser justificada pelo teor de fibra solúvel presente na farinha, uma vez que de acordo com a revisão de Rojo-Poveda et al. (2020) o teor de fibra solúvel na casca da amêndoa do cacau pode variar entre 7,03 e 16,91, sendo assim, consequentemente aumenta a absorção de água e/ou hidratação ocasionando a formação de géis e, originando produtos de panificação mais macios se comparados aos elaborados com a farinha de trigo. Silveira et al. (2016), ao avaliarem a textura de biscoitos elaborados com farinha de trigo e diferentes proporções de farinha de semente de goiaba, associaram o aumento da dureza com

o predomínio de fibras insolúveis e teores reduzidos de fibra solúvel e água nos biscoitos elaborados com maiores proporções de farinha de semente de goiaba.

Contrariando os resultados encontrados para os biscoitos elaborados com a farinha da casca da amêndoa do cacau, Amir, Hanida e Syafiq (2013) constataram que a incorporação da farinha de casca de cacau na fabricação de pães tornou-os mais densos e duros quando comparados com o controle (100% trigo), que possuía menor teor de fibra.

Com relação à análise instrumental da cor dos biscoitos, observa-se na Tabela 3 que a luminosidade (L^*) dos biscoitos variou de 26,30 a 71,78, os valores do ângulo $^{\circ}$ Hue de 85,04 a 29,13 e o croma de 7,67 a 32,99. Os biscoitos elaborados com a farinha de casca de amêndoa de cacau apresentaram menor valor L^* que os elaborados com farinha de trigo e arroz, ou seja, são mais escuros, uma vez que o valor L^* varia de zero (preto) a cem (branco) (Tabela 3 e Figura 1B). Com relação ao ângulo de tonalidade ($^{\circ}$ Hue) e à pureza da cor (croma), a presença da farinha de amêndoa de cacau contribuiu para biscoitos com coloração mais amarronzada, menos dourados e com menor pureza de cor se comparado aos biscoitos elaborados com as outras farinhas (Tabela 3 e Figuras 1C e 1D), tendo em vista que quando o $^{\circ}$ Hue corresponder a faixa entre 40 e 75 $^{\circ}$ a cor da amostra caracteriza-se como marrom e quanto mais próximo de 90 $^{\circ}$ mais amarela é a cor, já com relação ao croma, menores valor corresponde a menor saturação de pigmentos.

As diferenças de cor (ΔE) perceptíveis pelo olho humano, de acordo com Tiwari et al. (2008) podem ser categorizadas em muito distintas ($\Delta E > 3,0$), distintas (ΔE de 1,5 a 3) e pouco distintas ($\Delta E < 1,5$). Portanto, as cores de todas as formulações apresentam diferenças de cor que podem ser observados a olho nu, sendo que os biscoitos que mais diferenciaram-se do elaborado com a farinha de trigo (F1) foram os formulados com a farinha de casca de amêndoa de cacau.

Freitas et al. (2020), ao estudarem o efeito da farinha de buriti em biscoitos tipo cookie isentos de glúten, encontraram valor L^* de 62,43, $^{\circ}$ Hue de 70,35 $^{\circ}$ e croma de 30,09 no biscoito controle elaborado com farinha de arroz. Esses valores aproximam-se muito dos observados no biscoito formulado neste estudo com a mesma farinha (F2). Por outro lado, da Silva & Conti-Silva (2016) observaram que a cor dos biscoitos de chocolate isentos de glúten elaborados com farinha de arroz ($L^* = 27,1$; $h^{\circ} = 52,2$; $C^* = 16,6$) foi muito semelhante à cor dos biscoitos produzidos com farinha de trigo ($L^* = 31,8$; $h^{\circ} = 55,5$; $C^* = 17,6$), contudo, estes dados assemelham-se ao dos biscoitos elaborados com a farinha de casca de amêndoa de cacau, uma vez que nos biscoitos do presente trabalho não foi acrescentado cacau na formulação. Os dados encontrados corroboram a afirmação de Okiyama, Navarro & Rodrigues (2017) de que a casca de amêndoa de cacau possui cor marrom forte e sabor de chocolate, permitindo a aplicação do produto como corante natural e agente aromatizante.

Já Assis et al. (2009) encontraram valores L^* bem diferentes aos de da Silva & Conti-Silva (2016), uma vez que trabalharam com biscoitos elaborados com farinha de trigo e farinha de arroz parbolizado (66,78 e 65,48), cujas formulações não continham cacau para conferir sabor de chocolate. Porém, esses valores são semelhantes ao encontrados nos biscoitos elaborados com 100% das farinhas de trigo e arroz (Tabela 3).

Amir, Hanida e Syafiq (2013), ao analisarem a cor de pães acrescidos de farinha de casca de cacau como fontes de fibras verificaram que quanto maior a concentração desta farinha, menor o valor L^* , decaindo de 58,78 no pão elaborado com trigo para 49,60 no pão com 20% de casca de cacau. No presente trabalho, o biscoito elaborado com 33,3% de farinha de casca de amêndoa de cacau (F7) apresentou luminosidade de 36,93 que também reduziu para 26,30 na formulação com 100% da referida farinha (F3).

A análise dos modelos matemáticos para as variáveis características físicas dos biscoitos em relação aos componentes de mistura considerou os valores do coeficiente de determinação, a significância do modelo ($p \leq 0,05$) e a falta de ajuste ($p > 0,05$), que são expressos na Tabela 4.

Tabela 4. Coeficientes de regressão e análise de variância dos modelos ajustados às variáveis respostas dureza, valor L*, °Hue e Croma dos biscoitos elaborados com a mistura das farinhas de casca de amêndoa de cacau, farinha de arroz e farinha de trigo.

Parâmetros	Variáveis Respostas			
	Dureza (g)	Valor L*	°Hue	Croma (C*)
β_1	5281,06*	26,300*	43,340*	7,6432*
β_2	2724,69*	68,670*	77,590*	31,3532*
β_3	6938,25*	62,870*	72,620*	32,9632*
$\beta_1 \beta_2$	5289,58*	-56,980*	-13,580*	-19,8841*
$\beta_1 \beta_3$	-2753,39	-51,300*	-28,320*	-33,8641*
$\beta_2 \beta_3$	-4587,30	24,040*	39,740*	-15,5241*
$\beta_1 \beta_2 \beta_3$	—	-170,820*	-139,050*	—
R2	0,9630	0,9992	0,9997	0,9994
Modelo (Prob>F)	0,0234*	0,0022*	0,0008*	0,00004*
Lackof Fit	0,1754	—	—	0,6087

β_1 – farinha da casca da amêndoa do cacau; β_2 – farinha de arroz; β_3 – farinha de trigo (* = $p \leq 0,05$). Fonte: Autores (2021).

Ao analisar a Tabela 4 percebe-se que os valores de dureza foram influenciados significativamente pelas misturas puras (β_1 , β_2 e β_3) e binária das farinhas de farelo de amêndoa de cacau e farinha de arroz ($\beta_1\beta_2$), ao passo que os valores da pureza da cor (C*) foram afetados pelas misturas puras (β_1 , β_2 e β_3) e por todas as combinações binárias das farinhas ($\beta_1\beta_2$, $\beta_1\beta_3$ e $\beta_2\beta_3$), ajustando-se ambos os parâmetros ao modelo quadrático. Já o valor L* e a tonalidade (°h) dos biscoitos foram influenciados significativamente pelas misturas puras (β_1 , β_2 e β_3), binárias ($\beta_1\beta_2$, $\beta_1\beta_3$ e $\beta_2\beta_3$) e pela associação entre as três farinhas ($\beta_1\beta_2\beta_3$), ajustando-se ao modelo cúbico especial. Os modelos propostos explicam mais de 96% das variações sofridas pelos biscoitos em função da mistura das farinhas.

As equações que modelam numericamente o comportamento da mistura das farinhas de casca de amêndoa de cacau (x_1), farinha de arroz (x_2) e farinha de trigo (x_3) nas características físicas dos biscoitos, são apresentadas a seguir e consideraram apenas os coeficientes significativos.

$$Dureza = 5281,06x_1 + 2724,69x_2 + 6938,25x_3 + 5289,58x_1x_2$$

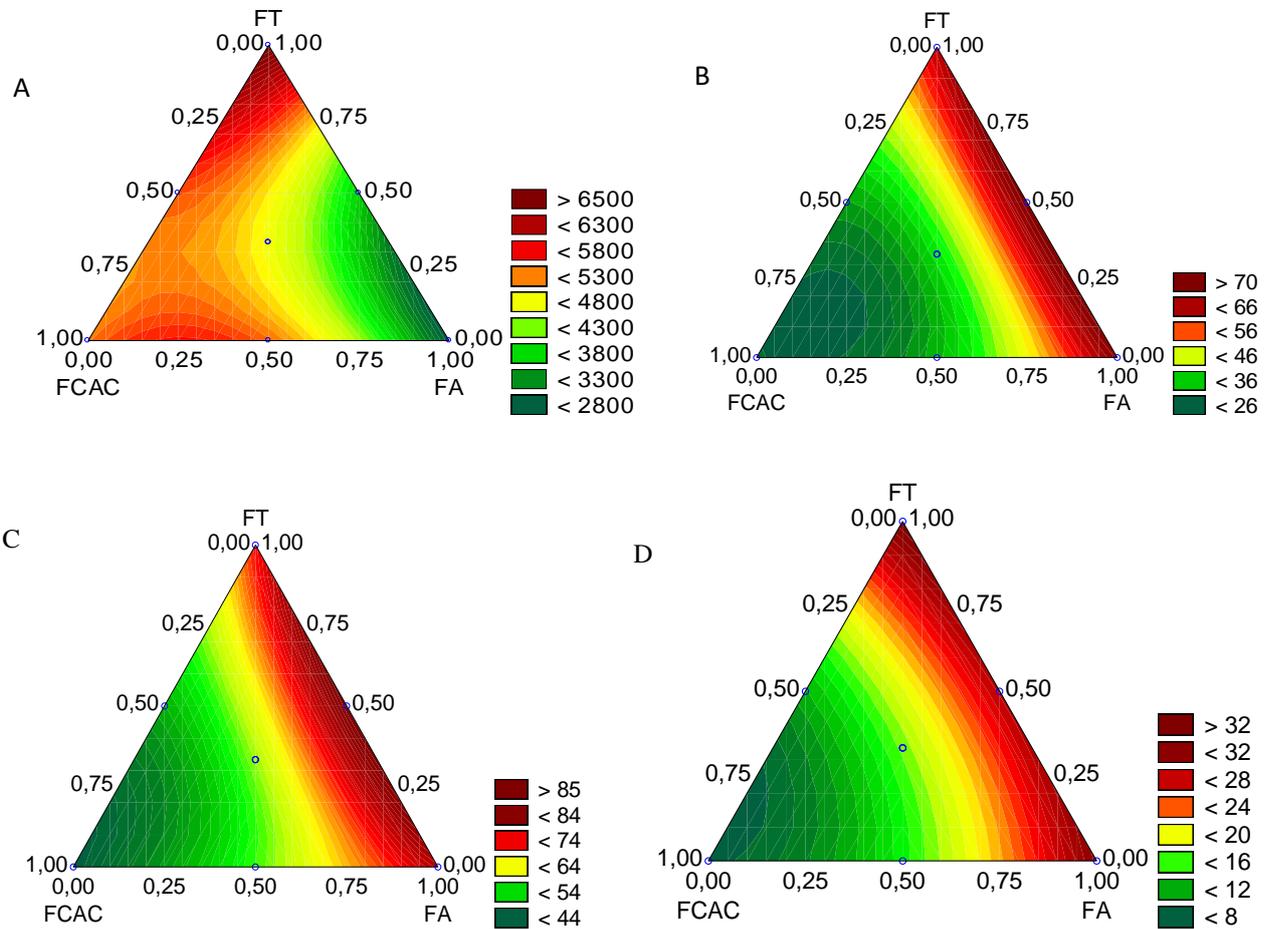
$$L^* = 26,300x_1 + 68,670x_2 + 62,870x_3 - 56,980x_1x_2 - 51,300x_1x_3 + 24,040x_2x_3 - 170,820x_1x_2x_3$$

$$h^\circ = 43,340x_1 + 77,590x_2 + 72,620x_3 - 13,580x_1x_2 - 28,320x_1x_3 + 39,740x_2x_3 - 139,050x_1x_2x_3$$

$$C^* = 7,6432x_1 + 31,3532x_2 + 32,9632x_3 - 19,8841x_1x_2 - 33,8641x_1x_3 + 15,5241x_2x_3$$

A região com as combinações dos componentes de mistura para cada parâmetro avaliado pode ser observada nas curvas de contorno obtidas por meio dos modelos matemáticos ajustados que são apresentados na Figura 1.

Figura 1. Curvas de contorno dos valores de dureza (A), valor L* (B), °Hue (C), croma (D) dos biscoitos elaborados com a mistura das farinhas de casca da amêndoa do cacau (FCAC), de arroz (FA) e de trigo (FT).



Fonte: Autores (2021).

Com relação à dureza, verifica-se um efeito sinérgico da farinha de trigo e antagônico da farinha de arroz, uma vez que a medida que se aproxima da região 100% FT aumenta-se o valor da dureza dos biscoitos (região vermelha) e ao aproximar-se da região de 100% FA reduz-se o valor do mesmo (região verde), como observado na Figura 1A.

A mistura dos componentes influenciou os três parâmetros de cor (L*, °Hue, C*) de forma semelhante (Figuras 1B, 1C, 1D e 2), sendo que a presença da farinha de casca de amêndoa de cacau teve efeito antagônico sobre os parâmetros, ou seja, esteve associada a redução dos mesmos, enquanto as farinhas de trigo e de arroz contribuíram para o aumento dos parâmetros de cor, apresentando efeito sinérgico sobre os mesmos. Tal fato justifica-se pelas características de cor distintas entre as três farinhas, sendo que a farinha de casca de amêndoa de cacau apresenta coloração escura e amarronzada, ao passo que as demais são brancas e originaram produtos dourados.

Figura 2. Imagem dos biscoitos elaborados com a mistura das farinhas de casca da amêndoa do cacau (FCAC), de arroz (FA) e de trigo (FT)



Fonte: Autores.

Na Tabela 5 estão apresentados os dados referentes a intenção de compra dos biscoitos elaborados com a mistura das três farinhas, bem como o índice de aceitabilidade de cada formulação.

Tabela 5. Valores médios da intenção de compra e índice de aceitabilidade dos biscoitos elaborados com a mistura de farinha de casca de amêndoa de cacau, farinha de arroz e farinha de trigo.

Formulações	Mistura ¹			Variáveis Respostas	
	FCAC	FA	FT	Intenção de compra	IA (%)
F1	0	0	1	4,16	83,20
F2	0	1	0	4,12	82,40
F3	1	0	0	2,25	45,00
F4	0	1/2	1/2	4,02	80,40
F5	1/2	0	1/2	3,24	64,80
F6	1/2	1/2	0	2,96	59,20
F7	1/3	1/3	1/3	3,59	71,80
F8	1/3	1/3	1/3	3,65	73,00
F9	1/3	1/3	1/3	3,48	69,60

¹ Proporções das farinhas de casca de amêndoa de cacau (FCAC), farinha de arroz (FA) e farinha de trigo (FT). Escala de intenção de compra: 1 = certamente não compraria; 2 = provavelmente não compraria; 3 = talvez comprasse/talvez não comprasse; 4 = provavelmente compraria e 5 = certamente compraria. IA- índice de aceitabilidade. Fonte: Autores (2021).

Os valores médios para a intenção de compra dos biscoitos com a mistura das farinhas variaram de 2,25 a 4,16, portanto os consumidores relataram atitudes variando de “provavelmente não comprariam” a “provavelmente comprariam” os biscoitos. Os menores valores médios de intenção de compra foram atribuídos aos biscoitos com farinha de casca de amêndoa de cacau.

Da Silva e Conti-Silva (2016) ao desenvolverem cookies sabor chocolate isentos de glúten encontraram média de intenção de compra de 3,8 para o biscoito elaborado com farinha de arroz e 3,6 para o controle elaborado com a farinha de trigo. Portanto, valores inferiores aos observados nas formulações F1 e F2 que empregaram as mesmas farinhas. A nota para a

intenção de compra do cookie de chocolate elaborado com trigo pelos autores assemelha-se a encontrada na formulação F7 com iguais proporções das farinhas de casca de amêndoa de cacau, arroz e trigo.

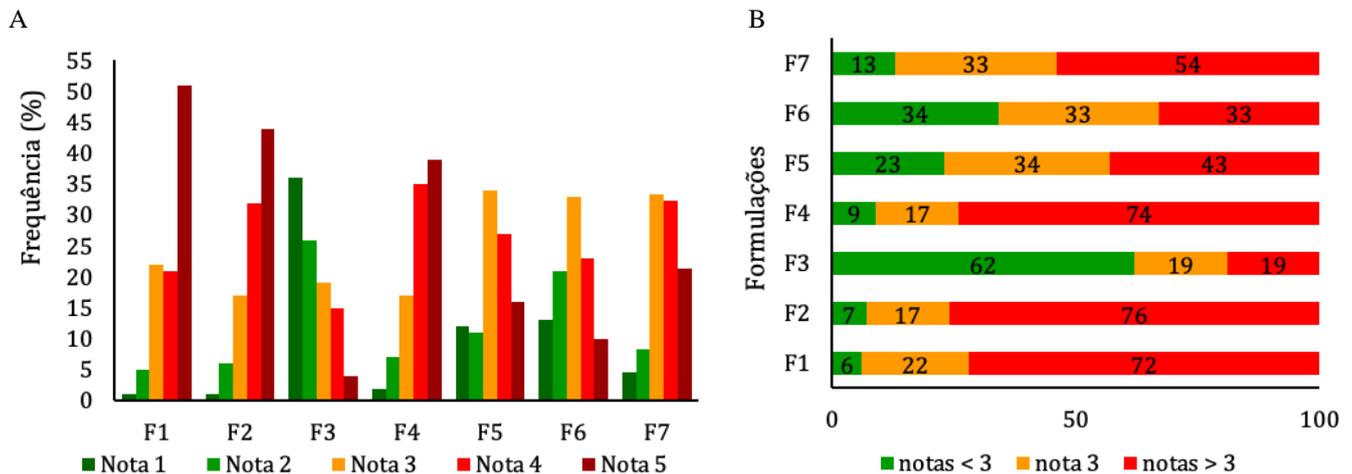
Em relação ao índice de aceitabilidade, o valor mínimo preconizado para que um produto tenha uma boa repercussão no mercado é de 70% (Monteiro, 1984). Portanto, os biscoitos elaborados com as farinhas de arroz e trigo nas misturas puras e binárias apresentaram índice de aceitabilidade adequados (Tabela 5). No entanto, recomenda-se que a farinha de amêndoa de cacau seja empregada em no máximo 33% (1/3) da formulação do biscoito quando associada às farinhas de trigo e arroz, uma vez que quando empregada nas outras proporções (50% e 100%) apresentou índices de aceitabilidade inferiores a 70%.

Mariani et al. (2015) avaliaram a intenção de compra de biscoitos elaborados com farinha de trigo, farinha de arroz, farinha de soja e farelo de arroz e observaram que a maioria dos avaliadores comprariam o biscoito elaborado com a farinha de arroz, corroborando com os resultados desta pesquisa em que o índice de aceitabilidade do biscoito formulado com 100% farinha de arroz (F2) foi de 82,40% e do biscoito com 50% de farinha de arroz e 50% de farinha de trigo (F4) foi de 80,40%.

Amir, Hanida e Syafiq (2013) elaboraram pães com diferentes proporções de farelo de cacau (0, 5, 10, 15 e 20%) com o objetivo de agregar fibras aos mesmos. As formulações com maior aceitação global foram as elaboradas com 5 e 20% de farelo de cacau em pó. Já Pérez-Santana et al. (2018) ao investigarem o efeito da adição do farelo de cacau (10, 20 e 30%) sobre a composição nutricional e as características sensoriais de biscoitos doces verificaram que a incorporação do farelo contribuiu para o aumento do grau de aceitação dos cookies, contrariando os resultados deste trabalho.

Na Figura 3, é possível verificar a distribuição das frequências das notas atribuídas aos biscoitos de acordo com a escala de intenção de compra.

Figura 3. Histograma (A) e classificação dos escores das atitudes (B) da intenção de compra dos biscoitos elaborados com a mistura das farinhas de casca de amêndoa de cacau (FCAC), de arroz (FA) e de trigo (FT).



Fonte: Autores (2021). Escala de intenção de compra: 1 = certamente não compraria; 2 = provavelmente não compraria; 3 = talvez comprasse/talvez não comprasse; 4 = provavelmente compraria e 5 = certamente compraria.

Ao avaliar a Figura 3, fica nítida a elevada frequência de notas acima do ponto de indiferença da escala (notas acima de 3) nos biscoitos elaborados com 100% da farinha de trigo (F1- 72%), com 100% da farinha de arroz (F2- 76%) e com a associação destas duas farinhas em iguais proporções (F4- 74%). O biscoito elaborado com 100% de farinha de casca de

amêndoa de cacau apresentou uma alta frequência de notas na zona de rejeição da escala (F3- 62%). A indiferença pelos biscoitos das formulações F5, F6 e F7 foi muito semelhante (34 %, 33% e 33%, respectivamente). No entanto, o biscoito elaborado com 1/3 de cada uma das farinhas teve 54% das notas na zona de aceitação da escala de atitude (notas 4 e 5).

Tendo em vista que a farinha de casca de amêndoa de cacau não teve uma influência significativa sobre a dureza dos biscoitos (Tabela 3) pode-se supor que o parâmetro que contribuiu para a baixa aceitação dos produtos foi a cor, uma vez que era muito distinta dos biscoitos elaborados com as farinhas de arroz e trigo.

Freitas et. al. (2020), ao avaliarem o impacto da farinha de buriti em biscoitos cookies sem glúten, verificaram que 50% das notas encontravam-se na zona de aceitação da escala de intenção de compra para a formulação controle elaborada com 100% de farinha de arroz, valor esse menor ao encontrado para a intenção de compra da formulação F2 (100% de farinha de arroz) que apresentou 76% das notas superiores a 3 (Figura 2).

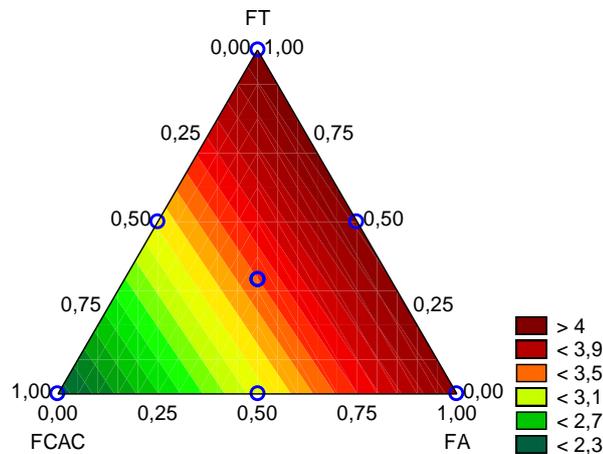
Oliveira et al. (2017), ao avaliarem a intenção de compra de biscoitos elaborados com farelo de feijão, farinha de arroz e amido de mandioca, encontraram um índice de 74% de notas 4 e 5 nos biscoitos elaborados com o farelo de feijão e a farinha de arroz (1:1) e apenas 12% dos consumidores demonstraram atitude negativa em relação à compra. Esses índices concordam com o resultado observado na formulação com a mistura binária das farinhas de arroz e trigo (F4 – 74% de aceitação e 9% de rejeição).

Feddern et al. (2011) ao avaliarem a intenção de compra em biscoitos elaborados com 20% de farelo de arroz, considerando apenas as respostas válidas, observaram índice de rejeição de 11%, de indiferença de 33% e 56% dos consumidores responderam que comprariam o produto, porém quando a concentração do farelo foi aumentada para 30% em relação a farinha de trigo, os índices alteraram para 23% de rejeição, 38% de indiferença e 39% de aceitação. Estes resultados assemelham-se aos encontrados na formulação contendo a mistura ternária (F7) em que a concentração da farinha de arroz foi de 33,34%.

Outros trabalhos com resultados similares são os de Mariani et al. (2015) e Assis et al. (2009). Mariani et al. (2015) ao avaliar as características físicas, químicas e sensoriais de biscoitos sem glúten, elaborados a partir de farinha de arroz, farelo de arroz e farinha de soja, perceberam a maior intenção de compra nos biscoitos que continham a farinha de arroz associada a farinha de soja e ao farelo de arroz. Assis et al. (2009) encontraram dados semelhantes ao estudar a aceitação de biscoitos que tiveram a farinha de trigo substituída por farinha de aveia e farinha de arroz parboilizados. Os autores concluíram que é possível substituir farinha de trigo por farinha de arroz parboilizado em até 75% na formulação de biscoitos sem alterar a aceitabilidade, contudo, há um incremento nutricional, como aumento no teor de amido resistente, e tecnológico, uma vez que confere maciez aos biscoitos.

A influência da mistura das farinhas sobre a intenção de compra dos biscoitos foi melhor explicada pelo modelo linear ($R^2= 0,9722$; Modelo $p = 0,00002$; Falta de ajuste $p = 0,3202$), ou seja, a intenção de compra foi afetada significativamente apenas pelas misturas puras (β_1 , β_2 e β_3). A equação que modela numericamente o comportamento da mistura das farinhas de casca de amêndoa de cacau (x_1), farinha de arroz (x_2) e farinha de trigo (x_3) sobre a intenção de compra dos biscoitos, explica 97% da variação dos resultados ($Inten\c{c}o\ de\ compra = 2,24x_1 + 4,05x_2 + 4,19x_3$), e a região com as combinações das componentes de mistura pode ser observada nas curvas de contorno apresentadas na Figura 3.

Figura 4. Curvas de contorno dos valores de intenção de compra dos biscoitos elaborados com a mistura das farinhas de casca da amêndoa do cacau (FCAC), de arroz (FA) e de trigo (FT).



Fonte: Autores (2021).

Ao observar a Figura 4, fica nítido o efeito antagônico da farinha de casca de amêndoa de cacau sobre a intenção de compra, uma vez que na região de 100% FCAC encontram-se os menores valores para este parâmetro, por outro lado, os biscoitos com maiores proporções das farinhas de arroz e trigo encontram-se nas áreas vermelho do gráfico, ou seja, estão associados aos maiores escores de intenção de compra.

No presente trabalho, percebe-se que não foi possível substituir a farinha de trigo integralmente por farinha de casca de amêndoa de cacau sem comprometer a formulação do ponto de vista sensorial. No entanto, este trabalho comprovou que é possível produzir um biscoito isento de glúten (F2) com características tecnológicas adequadas e boa aceitação sensorial em proporções menores da FCAC, quando misturadas a outras farinhas.

4. Considerações Finais

Por fim, por meio deste trabalho foi possível verificar a importância do uso de outras fontes de farinha vegetal, neste caso a partir da casca de amêndoa de cacau, para uso na indústria de panificação. Os resultados mostraram que a farinha de casca de amêndoa de cacau tem grande potencial para uso na panificação, principalmente devido a sua composição química relatada em literatura. Embora algumas modificações ou estudos adicionais devam ser realizados em termos de ajuste da formulação para melhorar sua aceitabilidade, como por exemplo o emprego da FCAC em biscoitos sabor de chocolate.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas (IFSULDEMINAS) – campus Machado, pelo financiamento da pesquisa e disponibilidade da infraestrutura e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica.

Referências

Almeida, R. L., Santos, N. C., Pereira, T. dos S., Silva, V. M. de Alcântara, Ribeiro, V. H. de A., Silva, L. N., Santiago, Ângela M., Luiz, M. R., Moreira, F. I. N., & Lima, S. E. R. (2020). Texture profile and water activity of cookies made with red rice during storage. *Research, Society and Development*, 9(1), e170911830. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1830>.

- Amir, I. Z., Hanida, H. S., & Syafiq, A. (2013). Development and physical analysis of high fiber bread incorporated with cocoa (*Theobroma cacao* sp.) pod husk powder. *International food research Journal*, 20(3), 1301.
- Assis, L. M. D., Zavareze, E. D. R., RADÜNZ, A. L., Dias, Á., Gutkoski, L. C., & Elias, M. C. (2009). Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 20(1), 15-24.
- Barbosa, M. C. D. A. (2002). *Avaliação tecnológica de massas alimentícias de farinha mista de trigo e soja sem lipoxigenases*. [Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa]. <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/8973>.
- Isabelle, L. B., Souza, E. L., Felexs, S. S., Madruga, M. S., Yamashita, F., & Magnani, M. (2015). Nutritional and sensory characteristics of gluten free quinoa (*chenopodium quinoa* wild) based cookies development using an experimental mixture design. *J. Food Sci. Technol*, 52(9), 5866-5873.
- Cirillo, M. (2015). *Otimização na experimentação: aplicações nas engenharias e ciências agrárias* (1. ed.). Lavras, MG: UFLA.
- Feddern, V., Durante, V. V. O., Miranda, M. Z. D., & Mellado, M. D. L. M. S. (2011). Avaliação física e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farelo de trigo e arroz. *Brazilian Journal of Food Technology*, 14(4), 267-274.
- Ferreira, F. J. N., de Araujo Alves, R., de Sousa, A. M. B., Abreu, V. K. G., Firmino, F., de Oliveira Lemos, T., & Pereira, A. L. F. (2020). Características físico-químicas e sensoriais de cookies sem glúten contendo farinha de linhaça e enriquecido com fibras. *Research, Society and Development*, 9(7), e565974474-e565974474, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.4474. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4474>.
- Freitas, H. V. de, Mendonça, G. R., Andrade, D. de S., Oliveira, G. K. de S., Leite, W. S. M., Pinto, R. A., Abreu, V. K. G., Lemos, T. de O., & Pereira, A. L. F. (2020). Impacto da adição da farinha de buriti em biscoito tipo cookie sem glúten. *Research, Society and Development*, 9(7), e947975263. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.5263>.
- Kaushal, P., Kumar, V., & Sharma, H. K. (2015). Utilization of taro (*Colocasia esculenta*): a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(1), 27-40.
- Mareti, M. C., Grossmann, M. V. E., & Benassi, M. D. T. (2010). Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. *Food Science and Technology*, 30(4), 878-883.
- Mariani, M., Oliveira, V. R. D., Faccin, R., Rios, A. D. O., & Venzke, J. G. (2015). Elaboração e avaliação de biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja. *Brazilian Journal of Food Technology*, 18(1), 70-78.
- Martínez, C. S., Ribotta, P. D., Añón, M. C., & León, A. E. (2014). Effect of amaranth flour (*Amaranthus mantegazzianus*) on the technological and sensory quality of bread wheat pasta. *Food Science and Technology International*, 20(2), 127-135.
- Minolta, K. (1998). Precise color communication. Color control from perception to instrumentation. Konica Minolta. Inc., Ramsey, NJ.
- Monteiro, C. (1984). Técnicas de avaliação sensorial. Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos-CEPPA. Universidade Federal do Paraná. *Revista Curitiba*, 2, 101-105.
- Montenegro, F. M., Gomes-Ruffi, C. R., Vicente, C. A., Collares-Queiroz, F. P., & Steel, C. J. (2008). Biscoitos de polvilho azedo enriquecidos com fibras solúveis e insolúveis. *Food Science and Technology*, 28, 184-191.
- Oliveira, D. L., Kolakowski, A. P., Simões, D. R. S. S., Los, P. R., & Demite, I. M. (2017). Biscoito tipo cookie sem glúten formulados com farelo de feijão, farinha de arroz e amido de mandioca. *Revista brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 11(2), 2502-2522.
- Okiyama, DC, Navarro, SL, & Rodrigues, CE (2017). Casca de cacau e seus compostos: Aplicações na indústria alimentícia. *Trends in Food Science & Technology*, 63, 103-112.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria: UAB/NTE/UFMS. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Pérez-Santana, D., Rodríguez-Sánchez, J. L., Calle, J., de Villavicencio, M. N., Diaz-Ortega, L., & Herrera-Llanes, L. (2018). Utilización de la cascarilla de cacao como fuente de fibra dietética y antioxidantes en la elaboración de galletas dulces: Use of cocoa bean shell as a source of dietetic fiber and antioxidants in the production of sweet cookies. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 28(3), 62-67.
- Reis, R.C. & Minim, V. P. R. (2006). Teste de aceitação. In: Minim, V. P. R. *Análise sensorial: estudos com consumidores* (ed.). Viçosa, RJ: UFV.
- Rojo-Poveda, O., Barbosa-Pereira, L., Orden, D., Stévigny, C., Zeppa, G., & Bertolino, M. (2020). Physical properties and consumer evaluation of cocoa bean shell-functionalized biscuits adapted for diabetic consumers by the replacement of sucrose with tagatose. *Foods*, 9(6), 814.
- Sanguinetti, M. G. (2014). *Análise da composição físico-química e sensorial de bolos elaborados com farinha de arroz e de banana verde*. [Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. <http://hdl.handle.net/10183/115011>
- Santos, a. D., Ciabotti, S., Pereira, J. M. A., Gonçalves, C. A. A., & Campagnol, P. C. B. (2010). Avaliação da composição centesimal de casca de abacaxi. *Seminário de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica*, 3(2010), 1-4.
- Sasaki, T., Yasui, T., & Kohyama, K. (2008). Influence of starch and gluten characteristics on rheological properties of wheat flour gel at small and large deformation. *Cereal chemistry*, 85(3), 329-334.
- Silva, T. F. da. & Conti-Silva, A. C. (2016). Preference mappings for gluten-free chocolate cookies. *Nutrition & Food Science*.
- Souza, A. X. de. & de Almeida Soares, L. (2018). Elaboração de doce cremoso misto de umbu, tomate, limão, casca e polpa de mamão. *REVISE-Revista Integrativa em Inovações Tecnológicas nas Ciências da Saúde*, 3(00).
- STABLE MICRO SYSTEMS (1997). *User guide: texture expert for Windows*. Surrey.
- Teixeira, E.; Meinert, E. M.; Barbeta, P. (1987). *Análise sensorial de alimentos* (ed.). Florianópolis, SC: UFSC.
- Tiwari, B. K., Muthukumarappan, K., O'donnell, C. P.; Chenchiah, M., & Cullen, P. J. (2008). Effect of ozonization on the rheological and colour characteristics of hydrocolloid dispersions. *Food Research International*, 41, 1035-1043. Doi: 10.1016/j.foodres.2008.07.011.