

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MASSA DE PIZZA SEM GLÚTEN COM ADIÇÃO DE FARINHA DE PIPOCA E HIDROCOLÓIDES

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF GLUTEN-FREE PIZZA DOUGH WITH THE ADDITION OF POPCORN FLOUR AND HYDROCOLLOIDS

Poliana Fernandes Almeida¹
Raquel Vallerio Rios²
Alline de Magalhães Wener Colling³

RESUMO

O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos da incorporação das farinhas de arroz, pipoca e diferentes hidrocolóides, tais como a goma xantana e colágeno de pés de frango, nas propriedades nutricionais e sensoriais de massas de pizza. Foi realizada a obtenção da farinha de pipoca e produzidas quatro formulações substituindo-se parcialmente (50%) a farinha de trigo: F1 (100% de farinha de trigo), F2 (50% de farinha de arroz), F3 (50% de farinha de pipoca) e F4 (25% de farinha de arroz e 25% de pipoca). Realizaram-se análises de composição centesimal, do aumento de volume (*over-run*) durante a fermentação e a característica microbiológica das massas. Para se verificar a aceitabilidade do produto, as amostras foram submetidas à análise sensorial avaliando-se a cor, sabor, aroma, textura e aspecto geral, além da intenção de compra. A farinha de pipoca apresentou baixo valor de umidade, adequado valor proteico e maior conteúdo de fibras que a farinha de trigo e arroz. Em termos proteicos, as formulações F1 (controle) e F3 apresentaram os maiores valores (13,71% e 12,88%). A maior aceitação sensorial e intenção de compra foram verificadas para a formulação controle (F1) seguida pela F2, F4 e F3. A formulação F4 possui promissora possibilidade de compra pelos consumidores, tornando necessários estudos posteriores para o aprimoramento das formulações.

Palavras-chave: Pizza; Farinha de pipoca; glúten; Hidrocolóides; Qualidade.

¹ Graduação em Tecnologia de Alimentos e Engenharia de Alimentos, Mestrado em Engenharia de Produção, Doutorado em Tecnologia de Alimentos.

² Graduação em Tecnologia de Alimentos, Mestrado e Doutorado em Tecnologia de Alimentos

³ Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of the addition of cereals flour (rice and popcorn), and different hydrocolloids such as xanthan gum and collagen from chicken feet, on the nutritional and sensory properties of pizza doughs. The popcorn flour was obtained and four formulations were produced by partially replacing (50%) the wheat flour: F1 (100% wheat flour), F2 (50% rice flour), F3 (50% popcorn flour) and F4 (25% rice flour and 25% popcorn flour). Analyzes of centesimal composition, over-run during fermentation and the microbiological characteristic of the masses were performed. To check the acceptability of the product, the samples were submitted to sensorial analysis evaluating the color, flavor, aroma, texture and general appearance, besides the purchase intention. Popcorn flour had low moisture value, adequate protein value and higher fiber content than wheat and rice flour. In protein terms, on dry basis, the control and F3 formulations presented the highest values (13.71% and 12.88%). The highest sensory acceptance and purchase intention were verified for the control formulation (F1) followed by F2, F4 and F3. However, considering the beneficial nutritional characteristics of popcorn flour and the formulation F4 has promising possibility of purchase by consumers, studies are needed to improve the formulations.

Keywords: Pizza; Popcorn flour; Hydrocolloids; Gluten-free, Quality.

INTRODUÇÃO

A prevalência do consumo de *fast foods*, como a pizza, está relacionada ao aumento de sobrepeso e obesidade da população, visto que possuem elevada densidade energética, alto índice glicêmico e são pobres em micronutrientes e fibras (MOHAMMADBEIGI et al., 2018). Assim, a produção de produtos alimentícios de alta qualidade, em especial os assados, mais saudáveis e com benefícios funcionais tem atraído a atenção dos consumidores e pesquisadores (GLICERINA et al., 2018).

A elaboração de produtos panificados com o emprego de matérias-primas alternativas à farinha de trigo tem se intensificado e trata-se de um desafio já que o glúten confere às massas alimentícias propriedades viscoelásticas importantes como elasticidade, coesividade viscosidade e extensibilidade (VIEIRA et al., 2015).

Recentes estudos têm sido realizados sobre as qualidades de massas de pizza, principalmente sobre o uso de farinhas alternativas à tradicional farinha de trigo, devido à presença do glúten em sua composição, impedindo que pessoas portadoras da doença celíaca possam consumir este tipo de alimento. Em geral, os estudos abrangem o uso de misturas de farinhas com conteúdo de proteínas variados (BÜYÜK ET AL., 2020) e seus efeitos nas características físico-químicas e sensoriais (BUTKE ET AL., 2018).

A qualidade de pizzas também tem sido avaliada quanto ao uso de farinha de ervilha e farinha de pó de peixe carpa obtendo resultados satisfatórios (EL-BELTAGI et al., 2017). Adicionalmente, a presença de proteína isolada de soja e casca de *Psyllium*, melhorou os teores de proteínas, fibras e perfil de ácidos graxos em massas de pizzas e afetou suas características reológicas (GUPTA et al., 2015). Outros estudos como a adição de farinha de aveia (PEREIRA & BEZERRA, 2017) e a inclusão de farinha de atum (CAMPELO et al., 2017) também foram descritos como fontes alternativas ao uso da farinha de trigo em massas de pizzas.

Os estudos das características da farinha de pipoca como um potencial substituto da farinha de trigo ainda não foram encontrados na literatura científica. O milho é um dos cereais mais utilizados no mundo para alimentação animal e humana (ROTILI et al., 2015), sendo um alimento essencialmente energético, no entanto, os produtos de milho podem contribuir significativamente para o aporte de fibra na dieta e a pipoca, embora seja um produto consumido no lazer, apresenta boa qualidade nutricional devido ao seu teor de fibra alimentar e baixa caloria (PARAGINSKI et al., 2016).

Para o desenvolvimento de pães sem glúten é necessário a combinação de diferentes ingredientes com hidrocolóides que atuam na construção das estruturas de rede responsáveis pela qualidade do produto. Os hidrocolóides são aplicados para imitar as propriedades viscoelásticas do glúten (MIR et al., 2016). Em alimentos em geral, os hidrocolóides atuam como estabilizante, dispersante, espessante, gelificante, ligação com água entre outros, destacando-se as proteínas e os carboidratos (FARBO et al., 2020; RIOS et al., 2018; SALEHI, 2019).

A adição de colágeno seria uma possibilidade para melhorar as características tecnológicas da panificação associadas à utilização da farinha de arroz (GRAÇA et al., 2017). O colágeno é uma das principais proteínas encontradas em pele, tendões, ossos e cartilagens

de animais vertebrados, sendo as gelatinas comerciais tradicionalmente de origem suína e bovina. O aproveitamento de subprodutos da indústria avícola para a obtenção do colágeno, como os pés de frango têm sido alvo de diversos estudos (ALMEIDA & LANNES, 2017; SANTANA et al., 2020), apresentando boas características. A goma xantana, um hidrocolóide com ampla aplicação em produtos alimentícios, tem sido utilizado em conjunto com outras gomas na formulação de alimentos *gluten-free* (SALEHI, 2019) por possuir propriedades reológicas importantes.

Os subprodutos da indústria de alimentos possuem alta qualidade nutricional podem ser aplicados como ingredientes em produtos alimentícios (STOLL et al., 2015). Dessa forma, a utilização do colágeno de pés de frango e da farinha de pipoca é uma forma de aproveitamento de subproduto da indústria alimentícia agregando valor à matéria-prima. Contudo, considerando que o desenvolvimento de massas para pizza utilizando a combinação de tais ingredientes é desconhecida, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver formulações de massa de pizza utilizando farinhas de pipoca e arroz e os hidrocolóides colágeno de pés de frango e goma xantana.

MATERIAL E MÉTODOS

O milho de pipoca (Yoki®) foi adquirido em estabelecimento comercial e encaminhado à Cozinha Experimental de Tecnologia de Alimentos do Centro Universitário de Várzea Grande (UNIVAG), Mato Grosso, Brasil. O milho de pipoca foi adicionado em pipoqueira e submetido ao aquecimento com agitação constante a 230 °C por cerca de 5 minutos até a completa expansão sem o acréscimo de óleo ou qualquer condimento. Após, a pipoca foi levada ao processo de moagem em moinho de facas com peneira malha mesh 20, modelo MA580 (Marconi®) para a obtenção da farinha.

Quatro formulações (F1, F2, F3 e F4) foram elaboradas no Laboratório de Panificação da Cozinha Experimental do Centro Universitário de Várzea Grande (UNIVAG, MT, Brasil). Os ingredientes utilizados foram: farinha de trigo, farinha de arroz (Urbano Alimentos, Brasil), sal refinado, água mineral, açúcar refinado, fermento biológico, óleo de soja (Cargill, Brasil), ovo em pó e goma xantana (Paiol, Brasil), os quais foram adquiridos em comércio local; utilizou-se também farinha de pipoca (UNIVAG) e colágeno proveniente de pés de

frango, obtido conforme metodologia de ALMEIDA & LANNES (2017). As proporções dos ingredientes, de acordo com as respectivas formulações, estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Formulações de massas de pizzas desenvolvidas

Ingredientes (g)	F1	F2	F3	F4
Farinha de trigo	100	50	50	50
Farinha de arroz	-	50	-	25
Farinha de pipoca	-	-	50	25
Água *	50	50	70	70
Ovo em pó	10	10	10	10
Óleo vegetal	9,0	9,0	9,0	9,0
Fermento biológico	4,0	4,0	4,0	4,0
Açúcar	8,0	8,0	8,0	8,0
Sal	2,0	2,0	2,0	2,0
Colágeno de pés de frango	-	1,0	1,0	1,0
Goma xantana	-	3,0	3,0	3,0

*Quantidade ajustada para conseguir uma massa homogênea

Para a elaboração das formulações F1 (controle) à F4 foi considerada a metodologia empregada por Campelo et al., (2017) com adequações por meio de testes preliminares. Inicialmente foram seguidas as etapas de mistura dos ingredientes secos (conforme cada formulação) manualmente e previamente pesados, por 1 minuto. Na sequência, adicionou-se água às massas, e manualmente, foram sovadas por 5 minutos até completa homogeneização dos ingredientes. Em seguida, as massas foram boleadas em porções de 100 g e submetidas à fermentação por 40 minutos à temperatura de 30 °C, em câmara climatizada. Após o tempo de fermentação, cada porção de massa foi modelada com auxílio de um rolo laminador de polietileno até formar discos de 30 cm de diâmetro. Finalmente, as massas foram submetidas ao forneamento, em forno estacionário convencional, por 20 minutos a 210 °C, resfriadas em temperatura ambiente, embaladas individualmente em sacos de polietileno e congeladas à -20 °C para posterior realização das análises.

A farinha de pipoca e as amostras de massas de pizzas foram analisadas quanto ao conteúdo de umidade, resíduo mineral fixo, proteína bruta e lipídios (AOAC, 1998). Adicionalmente, a farinha de pipoca também foi submetida à análise de fibra bruta (AOAC, 1998). Os valores de carboidratos totais da farinha de pipoca foram calculados de acordo com a RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 - ANVISA (BRASIL, 2003).

As amostras de pizzas recheadas com molho de tomate e queijo muçarela foram submetidas a análises de Coliformes a 45°C, *Estafilococos coagulase* positiva, *Bacillus cereus* e *Salmonella*, de acordo com a RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

As amostras de massas de pizza foram colocadas em provetas, antes da fermentação, onde permaneceram por 40 minutos obtendo-se os dados de volume inicial e final após o período de fermentação (LOUREIRO, 2015), obtendo-se a porcentagem de ar incorporado na massa (*over-run*), de acordo com a equação 1.

$$\text{over} - \text{run} (\%) = \frac{(v_{\text{final}} - v_{\text{inicial}}) \times 100}{v_{\text{inicial}}} \quad (1)$$

As amostras foram submetidas à análise sensorial com a participação de 60 potenciais consumidores de pizza, não treinados, de ambos os sexos, sendo alunos e funcionários do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso *Campus* São Vicente - IFMT. As amostras recheadas com molho de tomate e queijo muçarela, foram assadas em forno elétrico convencional e oferecidas aos provadores em blocos completos balanceados, de forma monódica, em pratos plásticos brancos codificados.

Para os testes de aceitação foram utilizados a escala hedônica estruturada de nove pontos variando de 1 – desgostei muitíssimo a 9 – gostei muitíssimo, em que foi proposta a avaliação dos atributos: cor, aroma, textura, sabor e aspecto geral. A intenção de compra foi avaliada utilizando a escala de cinco pontos variando de 1 – certamente não compraria a 5 – certamente compraria (GRAÇA et al., 2017). Antes da avaliação, os provadores foram informados sobre o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFMT que envolve seres humanos (CAAE: 20255119.0.0000.8055).

Os resultados obtidos foram tratados estatisticamente por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de 5 % de significância (BARROS NETO et al., 2010), utilizando-se o software Statistica versão 13.5.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a legislação, farinhas são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos (BRASIL, 2005). A Figura 1 apresenta a farinha de pipoca obtida no processamento de milho de pipoca expandido.



Figura 1. Milho de pipoca expandido (a) e amostra de farinha de pipoca (b)

O rendimento da farinha de pipoca foi de 67,70% a partir do grão de pipoca não expandido. As perdas no rendimento podem ser decorrentes à característica da farinha ser um pó muito leve deslocando-se no ambiente no processo de moagem, além da perda de umidade devido ao aquecimento sofrido no moinho. No entanto, o rendimento obtido está próximo do encontrado por Silva (2018), utilizando moinho experimental e alcançando uma extração de farinha de trigo que variou de 54,33 a 68,45%.

A Tabela 2 expõe a composição centesimal da farinha de pipoca em comparação com as farinhas comerciais de trigo e arroz utilizados nesta pesquisa. Os valores da composição das farinhas de trigo e arroz foram obtidos das embalagens dos fabricantes. Valores elevados

de umidade favorecem o desenvolvimento de microrganismos, nesse sentido, a farinha de pipoca atendeu ao estabelecido pela legislação quanto ao limite máximo de 15% de umidade para farinhas, amido de cereais e farelos (BRASIL, 2005), apresentando o menor percentual entre as farinhas de trigo e arroz. Baixos resultados de umidade em farinhas utilizadas em formulações de pizza também foi obtido por Campelo et al. (2017), porém de origem animal, com 4,57% em farinha de atum.

Tabela 2. Composição centesimal das farinhas utilizadas nas massas de pizzas (base úmida)

Parâmetros (%)	Farinha de pipoca	Farinha de trigo	Farinha de arroz
Umidade	4,05 ± 0,02	13,00	12,00
Proteínas	9,02 ± 0,02	11,00	8,20
Lipídios	3,45 ± 0,07	1,60	0,80
Cinzas	0,94 ± 0,06	0,80	0,20
Fibra bruta	12,62 ± 0,09	2,60	0,80
CHO ¹	69,86 ± 0,03	75,00	80,00
VCT ² (Kcal)	346,79 ± 0,48	360,00	360,00

¹Carboidratos totais (CHO), calculados por diferença.

²Valor calórico total (VCT).

O teor de proteína da farinha de pipoca é maior que o da farinha de arroz e menor que o da farinha de trigo, sendo um importante fator nutricional. Por se tratar da moagem de grãos inteiros de milho de pipoca, a farinha de pipoca apresentou maiores valores de lipídios e cinzas em relação às demais.

Foi observado que a farinha de pipoca apresentou conteúdo muito maior de fibras (12,62%) que as farinhas de trigo e arroz e menores valores de carboidratos e calorias. Os valores de fibras encontrados demonstram a expressiva fonte de fibras da farinha de pipoca, sendo cerca de 79,4% e 93,6% maior que a farinha de trigo e arroz respectivamente. Este fator também contribuiu para um menor valor energético em relação às demais farinhas. De acordo com Paraginski et al. (2016), durante os processos de expansão do grão há um aumento de

fibra bruta associado com a formação de amido resistente e isto é importante para aumentar as propriedades funcionais do alimento e reduzir o índice glicêmico.

As formulações geraram produtos com características distintas, sobretudo para a massa elaborada com farinha de pipoca como pode ser observado na Figura 2. A amostra com 50% de farinha de arroz, por ter a coloração branca, é a que mais se assemelhou visualmente à massa controle.

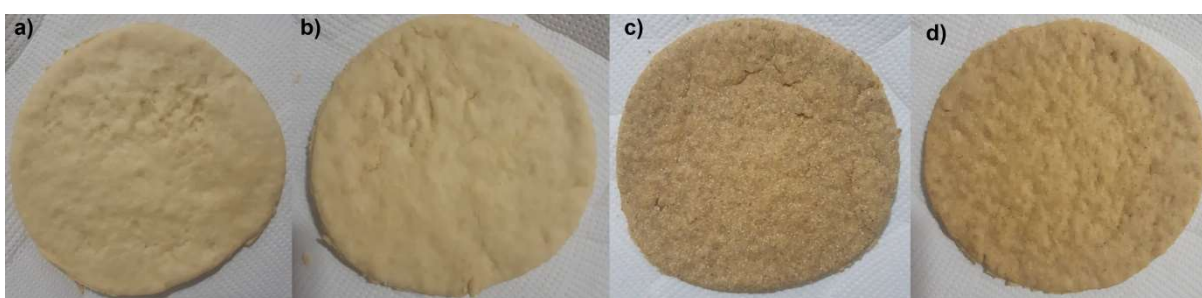


Figura 2. Amostras das formulações de massa de pizza. a) F1 = Formulação controle (100% de farinha de trigo); b) F2 = Formulação com 50% de farinha de arroz; c) F3 = Formulação com 50% de farinha de pipoca; d) F4 = Formulação com 25% de farinha de arroz e 25% de farinha de pipoca.

A Tabela 3 apresenta os resultados encontrados na composição centesimal, capacidade de expansão (*over-run*) e aceitabilidade sensorial das massas de pizzas experimentais. De acordo com os resultados de composição centesimal, a umidade das formulações variou de 17,02% a 24,40% para as formulações com adição de farinha de trigo e arroz (F2) e mistura de farinhas de pipoca, arroz e trigo (F4) respectivamente. Tal variação está relacionada com a quantidade de água adicionada na formulação de acordo com a capacidade de absorção característica de cada farinha para a obtenção de maior homogeneidade da massa.

Não foram identificadas diferenças ($p > 0,05$) para os teores de lipídios e cinzas nas formulações testadas. Entre amostras de pizzas tradicionais com amostras contendo farelo de trigo e pasta de soja (GLICERINA et al., 2018), também não constataram diferença no conteúdo total de lipídios (5,0%), apesar de terem diferido na composição das gorduras. Em estudo com massas de pizzas sem glúten, utilizando farinhas de arroz, pasta de inhame e

fibras de *psyllium* (SILVA et al., 2019) foram encontrados valores de cinzas próximos deste estudo que variaram de 2,84% a 3,26% e menores conteúdos de lipídios de 3,75% a 4,62%.

Tabela 3. Composição centesimal, capacidade de expansão (*over-run*) e aceitabilidade sensorial das formulações de massa de pizza.

Parâmetros	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
Composição centesimal e capacidade de expansão (<i>over-run</i>)				
Umidade (%)	17,52 ± 1,25 ^a	17,02 ± 0,07 ^a	22,65 ± 0,03 ^b	24,40 ± 0,44 ^c
Proteínas (%)	11,31 ± 0,02 ^a	10,24 ± 0,36 ^b	9,96 ± 0,01 ^{bc}	9,35 ± 0,43 ^c
Lipídios (%)	8,05 ± 0,55 ^a	8,20 ± 0,11 ^a	7,77 ± 0,05 ^a	7,61 ± 0,09 ^a
Cinzas (%)	2,38 ± 0,06 ^a	2,40 ± 0,01 ^a	2,43 ± 0,06 ^a	2,28 ± 0,21 ^a
<i>Over-run</i> (%)	125,67 ± 0,12 ^a	93,33 ± 0,06 ^b	70,02 ± 0,02 ^c	86,67 ± 0,04 ^d
Aceitabilidade sensorial				
Cor	7,87 ± 1,10 ^a	7,38 ± 1,38 ^a	5,17 ± 2,33 ^b	5,70 ± 2,07 ^b
Aroma	7,53 ± 1,21 ^a	7,28 ± 1,35 ^a	5,47 ± 2,03 ^b	5,90 ± 2,10 ^b
Textura	7,70 ± 1,20 ^a	6,77 ± 1,52 ^b	5,57 ± 2,40 ^c	5,58 ± 2,10 ^c
Sabor	7,86 ± 1,06 ^a	7,28 ± 1,55 ^a	4,77 ± 2,38 ^b	5,83 ± 2,18 ^c
Aspecto geral	8,00 ± 0,88 ^a	7,38 ± 1,22 ^a	5,05 ± 2,28 ^b	6,05 ± 1,94 ^c

*Média ± desvio padrão

Obs: Letras diferentes na mesma linha representam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias obtidas por meio do teste de Tukey. F1 = Formulação controle (100% de farinha de trigo); F2 = Formulação com 50% de farinha de arroz; F3 = Formulação com 50% de farinha de pipoca; F4 = Formulação com 25% de farinha de arroz e 25% de farinha de pipoca.

Os valores de proteína variaram de 9,35% a 11,31% em base úmida como pode ser verificado na Tabela 3. A formulação controle (F1) destacou-se significativamente das demais formulações, já as formulações F2 e F3 não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre si, enquanto a formulação F4 obteve o menor valor (9,35%). Se considerarmos os valores obtidos de proteína em base seca: F1 (13,71^a %); F2 (12,33^b %); F3 (12,88^{ab} %) e F4 (12,37^b %), nota-se que a única formulação que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre a

formulação controle foi a F3 com 50% de farinha de pipoca, visto que as duas farinhas apresentaram os maiores conteúdos de proteína na matéria-prima, embora não se possa descartar a possível influência da gelatina de pés de frango adicionada nas formulações como fonte proteica. No entanto, Graça et al. (2016) verificou que a adição de colágeno não contribuiu para o aumento do teor proteico em pão elaborado com farinha de arroz, como era esperado.

Em geral, os resultados de proteína bruta estão muito próximos do valor encontrado em massas de pizzas com farinha de trigo, indicando uma variação de 12% a 13,58% (b.s.) (CHOI et al., 2016). O conteúdo de proteína deste estudo foi menor que em massas utilizando proteína de soja e *psyllium* (GUPTA et al., 2015) variando de 13,93% a 24,57% (b.s.), o que é de se esperar visto que a soja é uma fonte rica em proteína.

As fibras impactam em menores capacidades de expansão (*over-run*) das massas de pizzas e isso pôde ser observado nos resultados (Tabela 3) das formulações com incorporação da farinha de pipoca (F3 e F4). As fibras são responsáveis pela maior absorção de água o que acarreta em maior umidade (LOUREIRO, 2015; SILVA, 2018), isso pode ser verificado nas formulações com a presença de farinha de pipoca já que apresenta o maior conteúdo de fibras entre as farinhas testadas.

As análises microbiológicas indicaram que as massas de pizzas foram preparadas de acordo com as condições higiênicas adequadas apresentando quantidades de microrganismos abaixo do estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 2001): Coliformes a 45°C <3,0 NMP/g, *Estafilococos coagulase* positiva <1,0x10² UFC/g, *Bacillus cereus* <1,0x10¹ UFC/g e *Salmonella* spp ausente em 25g.

Todos os parâmetros sensoriais apresentaram diferenças significativas entre as formulações. A farinha de pipoca alterou a coloração da massa impactando na aceitação sensorial. As formulações F3 e F4 apresentaram médias significativamente menores que a controle (F1) e com adição de farinha de arroz (F2), visto que o público está habituado com a cor tradicional proporcionada pela farinha de trigo. A Figura 3 representa graficamente para uma melhor visualização, o perfil hedônico das médias obtidas na avaliação sensorial.

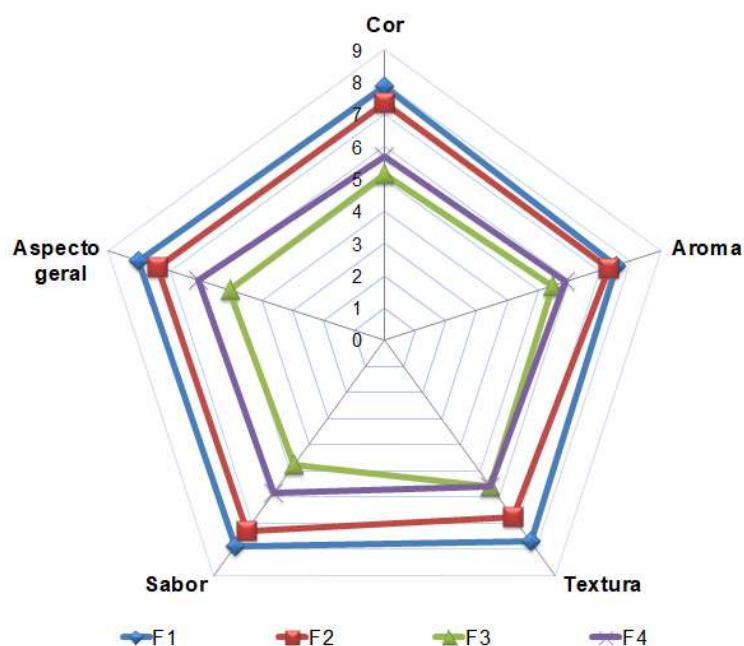


Figura 3. Distribuição em escala hedônica das médias obtidas dos atributos sensoriais das formulações de massa de pizza.

O ponto zero da escala está localizado no centro da figura em ordem crescente para as extremidades e as médias dos atributos estão localizadas no eixo correspondente para sua respectiva amostra delineando o perfil sensorial pela vinculação dos pontos. Nota-se a distinção entre as formulações pela localização bem definida de cada ponto zero da escala está localizado no centro da figura em ordem crescente para as extremidades e as médias dos atributos estão localizadas no eixo correspondente para sua respectiva amostra delineando o perfil sensorial pela vinculação dos pontos.

Nota-se a distinção entre as formulações pela localização bem definida de cada amostra no gráfico radar (Figura 3), principalmente para o parâmetro sabor da amostra F3. Como pode ser observado, a Formulação controle (F1) seguida pela F2 comportaram-se de forma semelhante e superior às demais.

Em estudo com adição de fibra de trigo e pasta de soja (GLICERINA et al., 2018) observou-se maior média sensorial obtida (7,22) na aparência das pizzas controle que está relacionada com a coloração. Tal comportamento também pôde ser verificado nesta pesquisa,

sendo as maiores médias obtidas na formulação controle para cor (7,87) e aspecto geral (8,00), tratando-se, portanto, de aspectos importantes para o consumidor.

A formulação com 50% de farinha de arroz exibiu a maior aceitação sensorial em relação às amostras experimentais, diferindo-se da amostra controle apenas no aspecto textura. Para os atributos cor, aroma e textura, as formulações contendo 50% de farinha de pipoca (F3), farinha de arroz (25%) e farinha de pipoca (25%) (F4) não apresentaram diferença significativa entre si ($p>0,05$), apresentando baixa aceitabilidade em relação à formulação controle e com adição de farinha de arroz.

Durante o processamento das massas de pizzas, observou-se que quanto maior o nível de farinha de pipoca na formulação, mais quebradiça e menor a elasticidade a massa apresentava, já que se trata de uma farinha livre de glúten. O mesmo comportamento foi verificado por Butke et al. (2018), em massa de pizza com adição de farinha de abóbora. No entanto, a adição dos hidrocolóides, goma xantana e gelatina de pés de frango, colaboraram visualmente para a amenização desses efeitos.

O sabor destacou-se pela menor média (4,77) da amostra F3, enquanto a F4 apresentou uma média maior de 5,83, indicando a forte influência da maior concentração da farinha de pipoca sobre a aceitação nessas condições estudadas. Analisando-se o aspecto geral das formulações verifica-se que a formulação F4 contendo a mistura das três farinhas apresentou uma média de 6,05, maior ($p<0,05$) que a F3, correspondente a “gostei ligeiramente”, sendo um aspecto positivo e que pode ser aprimorado.

Como pode ser constatado na Figura 4, cerca de 63% e 34% dos provadores certamente comprariam as formulações F1 e F2, sendo estas as amostras com maior aceitação sensorial. Cerca de 8% e 5% certamente comprariam as formulações F3 e F4 respectivamente.

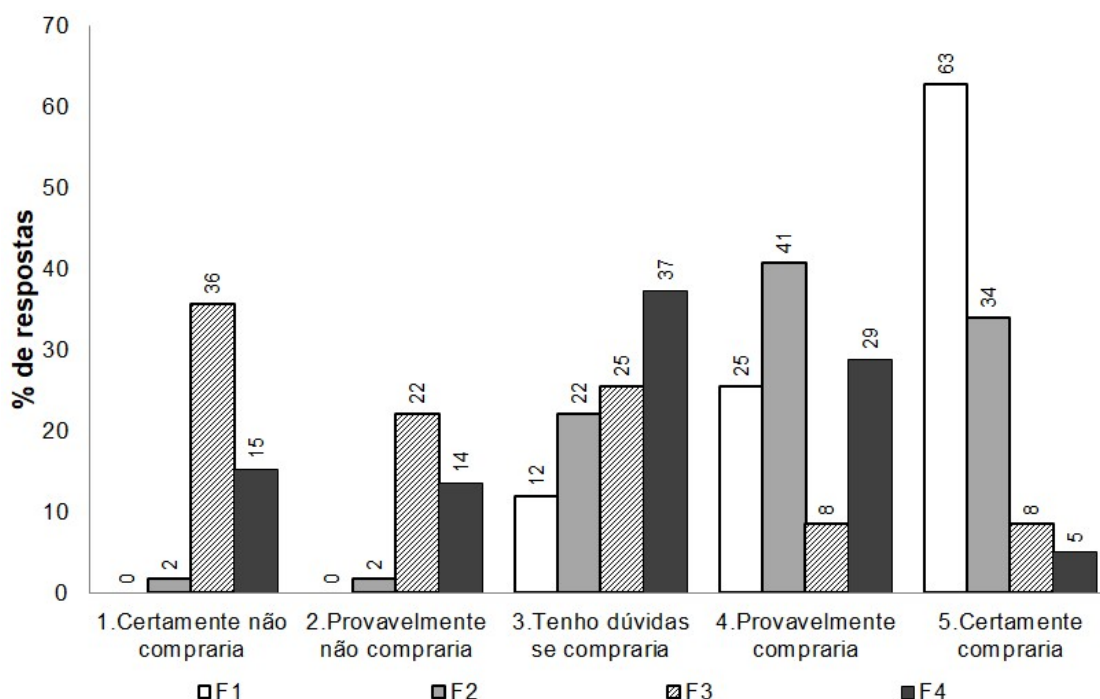


Figura 4. Frequência dos valores atribuídos em intenção de compra das formulações de massa de pizza.

Estes resultados são de convicção de compra, no entanto, somando-se os apontamentos de certamente compraria, provavelmente compraria e tenho dúvidas se compraria para as quatro formulações (F1, F2, F3, F4), cerca de 100%, 97%, 42% e 71% dos provadores poderiam vir a comprar as pizzas respectivamente. A formulação F3 com 50% de farinha de pipoca apresentou certa rejeição ao ser apontada por 36% dos julgadores como “certamente não compraria”, indicando que esta farinha utilizada de forma isolada na formulação não possui boa aceitabilidade sensorial. De uma forma geral, a amostra F4 apresentou melhor aceitação que a F3.

CONCLUSÃO

De acordo com os métodos utilizados, a farinha de pipoca obtida apresentou adequado rendimento, elevado teor de proteínas e fibras, com índice calórico abaixo das farinhas de

trigo e de arroz, o que influenciou diretamente a composição das massas de pizzas, tornando-as mais úmidas e menos calóricas.

Os resultados da análise sensorial demonstraram que houve diferenças perceptíveis com a substituição de 50% da farinha de trigo por farinha de arroz no atributo textura e em todos os atributos quando se substituiu por farinha de pipoca, indicando a forte influência desse produto. A formulação com farinha de arroz apresentou a aceitabilidade sensorial mais próxima do controle, seguida pela amostra com a mistura das três farinhas (F4), que por sua vez possui promissora possibilidade de compra pelos consumidores.

Nesse sentido, considerando-se as características nutricionais benéficas da farinha de pipoca, tornam-se necessários estudos com diferentes proporções da farinha em conjunto com outras farinhas isentas de glúten tais como aveia, fécula de batata, entre outras, para o aprimoramento das características organolépticas das massas de pizzas e ainda, aplicá-la na produção de outros produtos panificáveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos técnicos de laboratório do Univag Centro Universitário pelo suporte e aos alunos do curso de Zootecnia do IFMT Campus São Vicente pela colaboração na realização da análise sensorial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, P. F., & LANNES, S. C. DA S. Effects of chicken by-product gelatin on the physicochemical properties and texture of chocolate spread. **Journal of Texture Studies**, v.48, n.5, 392–402, 2017. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12242>

AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**, 16^a ed., Washington, 1995.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Como fazer experimentos**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 407p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. p. 1-48.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC Nº 360, de 23 de Dezembro de 2003.** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360_23_12_2003.pdf/5d4fc713-9c66-4512-b3c1-afee57e7d9bc>. Acesso em 24 nov. 2018.

BRASIL. ANVISA. **Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos.** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_263_2005.pdf/d6f557da-7c1a-4bc1-bb84-fddf9cb846c3>. Acesso em: 09 nov. 2019.

BÜYÜK, F., SAYASLAN, A., GÖKMEN, S., ŞAHIN, N., & YETIM, H. Effects of different flour blends with varying protein content and quality on dough and crust properties of “etlikmek”, a pizza-like traditional food of Turkey. **Journal of Food Science and Technology**, vol.57, n.3, p.1032–1040, 2020. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04136-3>

BUTKE, W.; SANTOS, M. M. R.; AMARAL, L. A.; SANTOS, E. F.; NOVELLO, D. Addition of pumpkin skin flour in pizza changes the physicochemical and sensory acceptability of children. **International Journal of Development Research**, v. 08, n. 07, p. 21409-21415, 2018.

CAMPELO, D. A. V.; SOUZA, M. L. R.; MOURA, L. B.; XAVIER, T. O.; YOSHIDA, G. M.; GOES, E. S. R.; MIKCHA, J. M. G. Addition of different tuna meal levels to pizza dough. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, p.1-8, 2017.

CHOI, J. S., LEE, S. H., RHA, Y.-A., & KIM, J. H. Physicochemical and sensory characteristics of pizza dough prepared with domestic and imported wheat flour. **Korean Journal of Food Science and Technology**, v.48, n.4, p.366–371, 2016. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2016.48.4.366>

EL-BELTAGI, H. S., EL-SENOUSI, N. A., ALI, Z. A., & OMRAN, A. A. The impact of using chickpea flour and dried carp fish powder on pizza quality. **PLoS ONE**, v.12, n.9, p.1–15, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183657>

FARBO, M. G., FADDA, C., MARCEDDU, S., CONTE, P., DEL CARO, A., & PIGA, A. Improving the quality of dough obtained with old durum wheat using hydrocolloids. **Food Hydrocolloids**, v.101, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105467>

GUPTA, C. SEN, MILIND, JEYARANI, T., & RAJIV, J. Rheology, fatty acid profile and quality characteristics of nutrient enriched pizza base. **Journal of Food Science and Technology**, v.52, n.5, p.2926–2933, 2015. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1338-2>

GLICERINA, V., BALESTRA, F., CAPOZZI, F., DALLA ROSA, M., & ROMANI, S. Influence of the addition of soy product and wheat fiber on rheological, textural, and other quality characteristics of pizza. **Journal of Texture Studies**, v.49, n.4, p.415–423, 2018. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12311>

GRAÇA, C. S.; BARBOSA, J. B.; SOUZA, M. Z.; MOREIRA, A. S.; LUVIELMO, M. M.; MERCEDES, M.; MELLADO, S. Adição de colágeno em pão sem glúten elaborado com farinha de arroz. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, p.1-10, 2017.

LOUREIRO, J. F. G. **Impacto da granulometria do farelo de arroz nas características tecnológicas e sensoriais de alimentos sem glúten**. 2015. 102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) – Instituto de Agronomia, Universidade de Lisboa, 2015.

MIR, S. A., SHAH, M. A., NAIK, H. R., & ZARGAR, I. A. Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads. **Trends in Food Science and Technology**, v. 51, p.49–57, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.005>

MOHAMMADBEIGI, A., ASGARIAN, A., MOSHIR, E., HEIDARI, H., AFRASHTEH, S., KHAZAEI, S., & ANSARI, H. Fast food consumption and overweight/obesity prevalence in students and its association with general and abdominal obesity. **Journal of Preventive Medicine and Hygiene**, v.59, n.3, p.236–240, 2018. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2018.59.3.830>

PARAGINSKI, R. T., DE SOUZA, N. L., ALVES, G. H., ZIEGLER, V., DE OLIVEIRA, M., & ELIAS, M. C. Sensory and nutritional evaluation of popcorn kernels with yellow, white and red pericarps expanded in different ways. **Journal of Cereal Science**, v.69, 383–391, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.013>

PEREIRA, B.N.; BEZERRA, A. S. Elaboração de massa de pizza utilizando farinha mista de trigo e de soja processada. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 11, n. 02, p. 2351-2367, 2017.

RIOS, R. V., GARZÓN, R., LANNES, S. C. S., & ROSELL, C. M. Use of succinyl chitosan as fat replacer on cake formulations. **Lwt**, v.96, 260–265, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.041>

ROTILI, E. A., AFFÉRI, F. S., PELUZIO, J. M., PIMENTA, R. S., & CARVALHO, E. V. Importância das características morfológicas e agronômicas no estudo da biodiversidade genética em milho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.3, 2015. <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i5.3671>

SALEHI, F. Improvement of gluten-free bread and cake properties using natural hydrocolloids: A review. **Food Science and Nutrition**, v.7, n.11, 3391–3402, 2019. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1245>

SANTANA, J. C. C., GARDIM, R. B., ALMEIDA, P. F., BORINI, G. B., QUISPE, A. P. B., LLANOS, S. A. V., HEREDIA, J. A., ZAMUNER, S., GAMARRA, F. M. C., FARIAS, T. M. B., HO, L. L., & BERSANETTI, F. T. Valorization of chicken feet by-product of the poultry industry: High qualities of gelatin and biofilm from extraction of collagen. **Polymers**, v.12, n.3, 2–21, 2020. <https://doi.org/10.3390/polym12030529>

SILVA, L. P. **Qualidade de farinhas de trigo obtidas em moinho industrial e experimental**. 2018. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) - Departamento Acadêmico de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2018.

SILVA, N. A. B. DA, SILVA, J. C., SILVA, S. L. DOS R., GONÇALVES, A. C. A., DA SILVA, W. A., PIRES, C. V., & TROMBETE, F. M. Desenvolvimento e avaliação sensorial de massa de pizza sem glúten , fonte de fibras e adicionada de *psyllium*. **Agrarian Sciences Journal**, v.11, p. 01–08, 2019.

STOLL, L.; FLÔRES, S. H.; THYS, R. C. S. Fibra de casca de laranja como substituto de gordura em pão de forma. **Ciência Rural**, v.45, n.3, p.567-573, 2015.

VIEIRA, T. S.; FREITAS, F. V.; SILVA, A. A.; BARBOSA, W. M. Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 285-292, 2015.