



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de São José do Rio Preto

Fernanda Barbosa do Nascimento

Desenvolvimento de *snacks* de milho com sabores *pizza* e *lemon pepper* e baixo conteúdo de lipídeo e sódio por meio da aromatização pré-extrusão

São José do Rio Preto
2024

Fernanda Barbosa do Nascimento

Desenvolvimento de snacks de milho com sabores *pizza* e *lemon pepper* e baixo conteúdo de lipídeo e sódio por meio da aromatização pré-extrusão

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-graduação em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiador: CNPq (Processo: 165503/2021-1)

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Conti

São José do Rio Preto
2024

N244d

Nascimento, Fernanda Barbosa do

Desenvolvimento de *snacks* de milho com sabores pizza e *lemon pepper* e baixo conteúdo de lipídeo e sódio por meio da aromatização pré-extrusão / Fernanda Barbosa do Nascimento. -- , 2024

72 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto,

Orientadora: Ana Carolina Conti

1. Aromatização pré-extrusão. 2. Snacks. 3. Teor de lipídeos. 4. Teor de sódio. I. Título.

Fernanda Barbosa do Nascimento

Desenvolvimento de *snacks* de milho com sabores *pizza* e *lemon pepper* e baixo conteúdo de lipídeo e sódio por meio da aromatização pré-extrusão

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-graduação em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiador: CNPq (Processo: 165503/2021-1)

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Conti
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Michele Eliza Cortazzo Menis Henrique
Fatec Piracicaba - Deputado Roque Trevisan

Prof^a. Dr^a. Caroline Joy Steel
UNICAMP – Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos

São José do Rio Preto
04 de junho de 2024

Dedicatória

*Aos meus pais, Terezinha e Eliel, minha base
ao meu companheiro de vida, Kallne
e aos meus felinos amados,
Dedico.*

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente aos meus pais, Terezinha e Eliel, por todo amor, incentivo, dedicação, investimento e tempo. Sem vocês nada disso se tornaria realidade, muito obrigada!

Ao meu companheiro, Kallne, por me ajudar de todas as formas possíveis, me incentivando a continuar, por estar sempre disponível para escutar e me tirar um sorriso nos dias mais difíceis.

Aos meus gatos amados, pela companhia durante o processo de escrita, por todo carinho, “rom rom” e “lambeijos” que eles deram para chamar a atenção.

À minha amiga e parceira de laboratório Juliana, por toda ajuda durante as análises, pelo carinho, por ser sempre muito positiva, compartilhando ensinamentos, momentos inesquecíveis e, principalmente, por ser uma das pessoas responsáveis pela minha jornada até aqui.

A todos os meus colegas e amigos do laboratório de Análise Sensorial, Isadora, Vinícius, Caline, Vinícius, que compartilharam momentos muito especiais quando ainda vivíamos de máscara. E também Gabriella, Marcela e Gustavo por ajudarem ativamente doando vossos tempos durante os muitos dias de análise sensorial, muito obrigada!

À minha querida orientadora Ana Carolina por todo conhecimento compartilhado, por todo carinho, confiança e por estar sempre disponível para ouvir e acolher seus orientandos com toda paciência e compreensão, um verdadeiro exemplo de mulher e profissional com altos níveis de humanidade.

Aos técnicos Alana, Tânia e Luiz por toda ajuda e conhecimento compartilhado, sem eles tudo seria muito difícil de ser concluído.

A todos os participantes que retornaram para concluir a análise sensorial dos salgadinhos, pois foram fundamentais para este trabalho ser finalizado.

Ao CNPq pelo apoio financeiro (Processo: 165503/2021-1).

E a todos que de alguma forma contribuíram para o sucesso deste trabalho.

RESUMO

Os *snacks* expandidos de milho são amplamente consumidos por conta de sua praticidade, por serem saborosos e crocantes. No entanto, seu alto teor de sódio e lipídeos leva a muitas críticas por aqueles que buscam por uma alimentação mais saudável. O alto conteúdo lipídico é resultado da forma como a indústria alimentícia produz os *snacks*, aromatizando-os após a extrusão. A aromatização pré-extrusão é apontada como uma solução para a redução do teor lipídico neste produto, tornando-o mais saudável e vantajoso para a comercialização. Além disso, a redução de sal e a utilização de realçadores de sabor, como o glutamato monossódico, podem resultar na redução do conteúdo de sódio no produto extrusado. Por isso, foi utilizada a aromatização pré-extrusão de *snacks* de milho por meio da combinação de substâncias promotoras de aroma a fim de obter sabores especiais com baixo conteúdo de lipídeos e sódio, e adequada qualidade sensorial. O grão de milho foi adicionado, separadamente, de duas combinações de substâncias: aroma artificial de muçarela + aroma natural de orégano (1,2% m/m de cada) para obtenção do sabor *pizza* e ácido ascórbico (1,8% m/m) + pimenta-do-reino moída (0,8% m/m) para sabor *lemon pepper*. Os grãos foram extrusados em uma extrusora de rosca única, modelo RXPQ Labor 24, com cinco zonas independentes de aquecimento. A aromatização dos extrusados foi finalizada utilizando diferentes quantidades de óleo de girassol, sal e glutamato monossódico seguindo delineamentos compostos centrais rotacionais, obtendo-se os *snacks*, cujas características sensoriais foram as variáveis dependentes dos delineamentos experimentais. Os extrusados foram analisados quanto à razão de expansão, densidade, textura e cor instrumental para comparação ao controle (sem adição de substâncias). Os *snacks* foram submetidos à análise sensorial, utilizando os seguintes testes: 1) teste de diferença multiamostrai para as intensidades de odor e sabor característicos, 2) teste de aceitação sensorial por meio de escala do ideal de nove pontos para a intensidade de odor e sabor característico, e 3) teste de aceitação sensorial por meio de escala hedônica estruturada de nove pontos para a aparência, odor, textura, sabor e aceitação global. A adição das substâncias aromatizantes antes do processo de extrusão não afetou a maioria das características físicas dos extrusados pré-aromatizados quando comparado aos extrusados controle. Houve poucos efeitos das variáveis independentes nos *snacks* sabor *pizza*, sendo que o aumento no teor de óleo de girassol aumentou o grau de

gostar da aparência e da textura e o aumento no teor de sal aumentou o grau de gostar do sabor. Já para os *snacks* sabor *lemon pepper* não houve efeito significativo de nenhuma das variáveis independentes. Apesar disso, ambos os *snacks* apresentaram intensidades próximas ao ideal para o odor característico para a maioria dos ensaios, e alguns com sabor característico um pouco acima do ideal. Quanto à quantidade de sódio, nenhum ensaio ultrapassou a quantidade sódio estabelecida pela legislação brasileira, dispensando o alerta na rotulagem frontal com "alto em sódio". Além disso, os rótulos para todos os *snacks* não necessitam de lupa para "alto em gordura saturada" e todos os ensaios apresentaram valores calóricos inferiores aos *snacks* tradicionais. Concluindo, é possível desenvolver *snacks* de milho com sabores pizza e *lemon pepper*, utilizando duas diferentes combinações de substâncias aromatizantes para expressar os sabores característicos, por meio da aromatização pré-extrusão.

Palavras-chave: Aromatização pré-extrusão. *Snacks*. Teor de lipídeos. Teor de sódio.

ABSTRACT

Expanded corn snacks are widely consumed for their convenience and taste. However, their high sodium and fat content has led to much criticism from those seeking a healthier diet. The high lipid content is a result of the way the food industry produces snacks, by flavoring them after extrusion. Pre-extrusion flavoring is seen as a solution to reduce the lipid content in this product, making it healthier and more marketable. In addition, salt reduction and the use of flavor enhancers such as monosodium glutamate can reduce the sodium content of the extruded product. Therefore, the pre-extrusion flavoring of corn snacks was employed through the combination of aroma-promoting substances in order to obtain special flavors with low lipid and sodium content, and adequate sensorial quality. The corn grits were added, separately, with two combinations of substances: commercial mozzarella flavor + natural oregano flavor (1.2% w/w of each) to obtain the pizza flavor and ascorbic acid (1.8% w/w). m) + ground black pepper (0.8% m/m) for lemon pepper flavor. The grits were extruded and the flavoring of the extrudates was completed using different amounts of sunflower oil, salt and monosodium glutamate following rotational central composite designs, obtaining the snacks. The flavored extrudates were analyzed for expansion ratio, density, texture and instrumental color for comparison with the control (without addition of substances). The snacks were subjected to sensory analysis, using the following tests: 1) multisample difference test for characteristic odor and flavor intensities, 2) sensory acceptance test using a nine-point ideal scale for odor and flavor intensity characteristic, and 3) sensory acceptance test using a structured nine-point hedonic scale for appearance, odor, texture, flavor and overall acceptance. The incorporation of flavoring substances prior to the extrusion process did not result in discernible alterations to the physical characteristics of pre-flavored extrudates when compared to control extrudates. The independent variables had minimal impact on the liking of pizza-flavored snacks. The increase in sunflower oil content led to a slight increase in the liking for the appearance and texture, while the increase in salt content resulted in a slight increase in the liking for the flavor. The independent variables had no significant effect on the lemon pepper snacks. However, both snacks exhibited intensities that were nearly ideal for the characteristic odor in the majority of the tests, and some exhibited a characteristic flavor that was slightly above the ideal. With regard to the sodium content, no test exceeded the amount of sodium established by Brazilian

legislation, eliminating the warning on the front label with "high in sodium". Furthermore, the labels for all snacks do not require a magnifying glass for "high in saturated fat" and all trials showed lower caloric values than traditional snacks. In conclusion, it is possible to develop corn snacks with pizza and lemon pepper flavors, using two different combinations of flavoring substances to express the characteristic flavors, through pre-extrusion flavoring.

Keywords: *Pre-extrusion flavoring. Snacks. Lipid content. Sodium content.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação da medição dos diâmetros e comprimento dos extrusados	30
Figura 2 - Análise de textura instrumental dos extrusados utilizando o <i>probe Blade set</i> com guilhotina e detecção acústica.	31
Figura 3 - Análise de cor instrumental dos extrusados utilizando o colorímetro Color Flex.	32
Figura 4 - Ficha de caracterização dos consumidores.	35
Figura 5 - Ficha de avaliação dos <i>snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i> (a ficha para os <i>snacks</i> sabor pizza é idêntica, apenas mudando o odor e sabor característicos do produto).	35
Figura 6 - Extrusado sabor pizza (A) e extrusado controle (B).	37
Figura 7 - Efeito do óleo de girassol no grau de gostar da aparência dos <i>snacks</i> sabor pizza.	44
Figura 8 - Efeito do óleo de girassol no grau de gostar da textura dos <i>snacks</i> sabor pizza.	44
Figura 9 - Efeito do sal no grau de gostar do sabor dos <i>snacks</i> sabor pizza	45
Figura 10 - Extrusado sabor <i>lemon pepper</i> (A) e extrusado controle (B).	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Delineamento composto central rotacional para quantidades de óleo de girassol, sal e glutamato monossódico.	33
Tabela 2 – Média $\pm$ desvio-padrão para as propriedades físicas dos extrusados controle e sabor pizza.	38
Tabela 3 - Média $\pm$ desvio-padrão (n = 70) das intensidades sensoriais dos <i>snacks</i> sabor pizza	39
Tabela 4 - Média $\pm$ desvio-padrão (n = 70) do ideal de intensidades sensoriais dos <i>snacks</i> sabor pizza.	40
Tabela 5 - Média $\pm$ desvio-padrão (n=70) do grau de gostar dos <i>snacks</i> sabor pizza.	41
Tabela 6 - Modelo para variáveis dependentes <i>snack</i> sabor pizza.	43
Tabela 7 - Valores nutricionais estimados dos <i>snacks</i> de milho extrusados desenvolvidos no presente trabalho.	48
Tabela 8 - Valores nutricionais dos <i>snacks</i> extrusados comerciais consumidos pelos avaliadores.	49
Tabela 9 - Média $\pm$ desvio-padrão para as propriedades físicas dos extrusados controle e sabor <i>lemon pepper</i> .	50
Tabela 10 - Média $\pm$ desvio-padrão (n = 50) das intensidades sensoriais dos <i>snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i> .	51
Tabela 11 - Média $\pm$ desvio-padrão (n = 50) ideal de intensidades dos <i>snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i> .	52
Tabela 12 - Média $\pm$ Desvio-padrão (n = 50) para grau de gostar sensorial de <i>snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i> .	54
Tabela 13 - Modelo pra variáveis dependentes do <i>snack</i> sabor <i>lemon pepper</i> .	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVO	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1	Extrusão termoplástica	17
3.2	Aromatização de <i>snacks</i> expandidos	18
3.3	Lipídeos	21
3.4	Sódio	23
3.5	Redução do teor lipídico e de sódio em <i>snacks</i> expandidos	26
4	MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1	Material	28
4.2	Ajuste de umidade do grits de milho	28
4.3	Aromatização pré-extrusão do grits de milho	28
4.4	Extrusão do grits de milho com as substâncias selecionadas	29
4.5	Análise das propriedades físicas dos extrusados	29
4.6	Finalização da aromatização para obter os <i>snacks</i> com sabores especiais	32
4.7	Análise sensorial dos <i>snacks</i> de milho	33
4.8	Análise estatística dos <i>snacks</i>	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1	<i>Snacks</i> sabor pizza	37
5.1.1	Propriedades físicas dos <i>snacks</i> sabor pizza	37
5.1.2	Análise sensorial dos <i>snacks</i> sabor pizza	38
5.2	<i>Snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i>	49
5.2.1	Propriedades físicas dos <i>snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i>	49
5.2.2	Análise sensorial dos <i>snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i>	50
6	CONCLUSÃO	57
7	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICE A – Resultados obtidos em pré-testes	65
	APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido	69
	ANEXO A – Parecer do comitê de ética em pesquisa	70

1 INTRODUÇÃO

Os *snacks* expandidos são bastante populares em todo o mundo sendo comercializados em diferentes formatos, sabores, composições, preços e marcas. Os *snacks* são originados por meio de um processo chamado extrusão termoplástica (Menis-Henrique *et al.*, 2020). A técnica da extrusão termoplástica é versátil o suficiente para ser aplicada em uma variedade de produtos, com grande eficiência produtiva e baixo custo (Leonard *et al.*, 2020).

O processo de extrusão é basicamente converter um material sólido em fluido, utilizando a aplicação de calor e trabalho mecânico enquanto conduz o material ao longo de um canhão para uma matriz. Este processo tem como consequência a gelatinização do amido, inativação de enzimas, desnaturação e reorientação de proteínas e diminuição da contagem de microrganismos, além de que alguns fatores antinutricionais também podem ser eliminados. Ao final do processo, a diferença de pressão do meio interno da extrusora para o meio externo faz com que ocorra a evaporação instantânea da água superaquecida e a solidificação da estrutura fluida. Essa evaporação, concomitantemente à configuração da matriz, condições de extrusão e velocidade de corte, resulta em um produto com características desejadas (Fellows, 2006; Leonard *et al.*, 2020).

Dentro da indústria alimentícia, os *snacks* de milho são aromatizados após o processo de extrusão, através da aspersão de óleo vegetal, juntamente de sal, intensificadores de sabor e aroma sendo estes intensificadores descritos nos rótulos como aditivos (Maskan; Altan, 2012).

É possível realizar a aromatização pré-extrusão adicionando diferentes agentes aromatizantes na matéria-prima a ser extrusada, possibilitando uma distribuição uniforme de compostos voláteis no produto, melhorando sua estabilidade à oxidação, já que são protegidos no interior da matriz do produto. No entanto, pode haver perda de compostos voláteis durante o processo de extrusão, demandando uma maior adição, o que eleva os custos e pode afetar atributos importantes para a qualidade de *snacks* expandidos, como sua estrutura e textura (Bhandari *et al.*, 2001). Apesar disso, em trabalho realizado por Milk, Milani e Conti-Silva (2021), utilizando diferentes substâncias como aroma, a aromatização pré-extrusão não apresentou prejuízo quanto às características estruturais dos extrusados na maior parte dos ensaios.

Um outro objetivo ao se utilizar a aromatização pré-extrusão é reduzir ou eliminar a utilização do veículo lipídico. No entanto, é inegável a importância dos lipídeos, assim como de sódio, para a aceitação dos consumidores. Reduzir o teor de lipídeos e sódio dos alimentos não é uma tarefa fácil, pois ambos desempenham papéis importantes na percepção de sabor dos alimentos. No entanto, nosso grupo de pesquisa vem apresentando sucesso na redução de ambos os componentes sem que os *snacks* percam suas características sensoriais (Menis-Henrique *et al.*, 2020; Panzarini; Menis-Henrique; Conti-Silva, 2020; Harada-Padermo *et al.*, 2021).

Apesar da variedade de sabores de *snacks*, a maior parte dos trabalhos do nosso grupo de estudos utiliza a aromatização pré-extrusão em *snacks* sabor queijo. Além disso, os resultados interessantes obtidos por Milk, Milani e Conti-Silva (2021) abrem uma gama de possibilidades de estudo, não somente na utilização de precursores de aroma e substâncias como aromas artificiais e condimentos, mas também utilizando suas combinações. Dessa forma, torna-se necessário expandir os sabores de *snacks*, a fim de desenvolver produtos com sabores especiais, mais nutritivos e com baixo conteúdo de lipídeos e sódio, mantendo a qualidade sensorial.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver *snacks* de milho com sabores especiais e com baixo conteúdo de lipídeo e sódio por meio da combinação de substâncias promotoras de aroma adicionadas antes do processo de extrusão, e usando óleo de girassol, sal e glutamato monossódico como parte da finalização do processo de aromatização.

2.2 Objetivos específicos

Determinar as substâncias a serem utilizadas para obtenção dos sabores pizza e *lemon pepper*.

Utilizar delineamentos compostos centrais rotacionais (um para cada sabor) para investigar os efeitos das variáveis independentes (porcentagem de óleo de girassol, sal e glutamato monossódico adicionados após a extrusão na etapa de finalização da aromatização) nas características sensoriais dos *snacks*.

Analisar as propriedades físicas dos extrusados obtidos (com e sem aplicação das substâncias).

Avaliar sensorialmente os *snacks* quanto à intensidade do odor e sabor característicos das combinações propostas e aceitação por meio de escala do ideal e escala hedônica (variáveis dependentes dos delineamentos experimentais).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Extrusão termoplástica

O processo de extrusão termoplástica, amplamente utilizado na indústria de alimentos, é um processo HTST (*High Temperature - Short Time*), o qual oferece diversas vantagens, tais como baixo custo, versatilidade, alta produtividade, eficiência e ausência de resíduos (Fellows, 2006). Na indústria alimentícia a extrusão termoplástica tem sua aplicação em diferentes produtos, como cereais matinais, proteínas vegetais texturizadas, *snacks*, ração animal entre outros (Arêas, 1996; Reifsteck; Jeon, 2000; Fellows, 2006).

Durante o processo de extrusão, a matéria-prima utilizada necessita ter a umidade ajustada (de 10-15% para matérias-primas amiláceas e 30-40% para proteicas) para ser introduzida no funil de alimentação da extrusora e ser transportada ao longo do canhão seguindo uma única direção. Durante o percurso o material é exposto a altas temperaturas (120 ° - 200 °C) e força de cisalhamento. Próximo ao orifício de saída (matriz ou trafilha), a rosca apresenta passos com menor profundidade, o que provoca a compressão do material contra o canhão. Já na saída da extrusora, a diferença de pressão entre o interior do equipamento e a atmosfera promove uma rápida evaporação da água presente na massa, formando vacúolos e expandindo o material. O vapor da água atua como protagonista nesta última etapa, sendo um importante agente de crescimento, levando ao esticamento (longitudinal) e expansão (radial) do material que logo endurece e ganha a textura desejada para o produto extrusado (Ordoñez, 2005; Fellows, 2006).

A matéria-prima passa por diversas transformações durante o processo de extrusão, incluindo hidratação de amidos e proteínas, homogeneização, gelatinização do amido, desnaturação proteica, diminuição da carga microbiana, inativação de enzimas e eliminação de fatores antinutricionais, diminuição da carga microbiana, plastificação do material e expansão, gerando assim diferentes formas e texturas (Vernaza; Chang; Steel, 2009).

Os atributos da matéria-prima empregada na extrusão têm um papel crucial na formação da estrutura do produto final, sendo que a umidade, o tamanho das partículas, a composição química e o pH do material úmido são alguns dos principais fatores que influenciam diretamente nesse processo. Estes fatores afetam

diretamente as características do material no interior da extrusora, o que acaba impactando na qualidade do produto final. Mesmo quando mantidas as mesmas condições de extrusão e o modelo da extrusora, o uso de matérias-primas diferentes pode levar a produtos finais com características completamente distintas, em virtude das propriedades intrínsecas da composição da matéria-prima, que afetam a viscosidade do material e suas características de fluxo, e das condições de processamento, como temperatura, pressão e intensidade da força de cisalhamento (Ordoñez, 2005; Fellows, 2006).

O processo de extrusão de alimentos pode utilizar diversas matérias-primas como base, incluindo amidos, milho, trigo e produtos proteicos. Ao extrusar alimentos ricos em amido, como grits de milho, a adição de água à matéria-prima juntamente com o aquecimento é responsável por promover o intumescimento dos grânulos de amido, resultando na sua gelatinização e no aumento da viscosidade da massa. Contudo, a força de cisalhamento no interior do canhão quebra as macromoléculas em moléculas menores, reduzindo a viscosidade. Saindo da extrusora, a rápida expansão do material amiláceo em estado vítreo seguida pelo resfriamento abaixo da temperatura de transição vítrea leva à formação de um produto com estrutura porosa (Ordoñez, 2005; Fellows, 2006; Damodaran; Parkin; Fennema, 2010; Berk, 2013). Produtos extrusados à base de amido são muito comercializados como *snacks* expandidos e, neste caso, a aromatização do produto ocorre após a extrusão.

3.2 Aromatização de *snacks* expandidos

Aromatização é o processo utilizado para adicionar odor e sabor a diferentes tipos de alimentos, incluindo *snacks* expandidos. Tais atributos sensoriais são bastante afetados com as altas temperaturas aplicadas durante o processo de extrusão, principalmente pela perda e instabilidade de compostos voláteis no processamento do grits (Menis-Henrique *et al.*, 2019).

Na indústria alimentícia, é muito comum a utilização de “aromas”, que são matérias-primas comerciais com o intuito de promover odores e sabores aos produtos. Além destes, também é possível adicionar outras substâncias, como compostos voláteis e precursores de aroma, com o intuito de estudar a aromatização de produtos. Com o fim de facilitar o entendimento, adotaremos neste trabalho o termo “aroma”

como sendo qualquer substância capaz de promover o desenvolvimento de odor e aroma aos *snacks* expandidos.

Existem alguns métodos utilizados para aromatizar produtos extrusados, sendo eles a aplicação do aroma após a extrusão; a incorporação pré-extrusão; a combinação dos dois métodos em que a aromatização acontece antes e após o processo de extrusão; e a injeção no final do canhão (Bhandari; D'arcy; Young, 2001).

A aplicação do aroma após a extrusão é o método mais utilizado pela indústria de *snacks* extrusados, no qual uma mistura de aroma comercial e óleo ou gordura vegetal hidrogenada é borrifada sobre o extrusado, resultando em um *snack* com elevado teor de lipídeos e com uma distribuição de aroma nem sempre homogênea (Bhandari; D'arcy; Young, 2001).

Na incorporação pré-extrusão, o aroma é adicionado à matéria-prima antes do processo de extrusão, com isso é possível melhorar a estabilidade dos compostos voláteis à oxidação, uma vez que são protegidos dentro da matriz do produto. Contudo, durante o processo de extrusão, pode ocorrer perda desses compostos, o que requer uma adição maior de aromatizantes, resultando em um aumento de custos e afetando características importantes para a qualidade dos *snacks* expandidos, como sua textura (Bhandari; D'arcy; Young, 2001).

A incorporação antes e após a extrusão é uma combinação dos dois métodos, sendo a aromatização pós-extrusão um complemento para a aromatização anterior a extrusão, compensando, de certa forma, a perda de compostos voláteis do processo. No entanto, apresenta um custo elevado em decorrência da grande quantidade de aroma necessária para suprir as duas etapas da aromatização (Bhandari; D'arcy; Young, 2001).

Na injeção no final do canhão, como o próprio nome já evidencia, o aroma é aplicado diretamente no extrusado na saída do equipamento. Apesar de reter melhor os compostos voláteis, este método pode afetar a expansão do produto e não distribuir o aroma de forma homogênea, e ainda pode haver perda de aroma conforme o extrusado se expande (Bhandari; D'arcy; Young, 2001).

Apesar de a aromatização após a extrusão garantir maior aroma ao extrusado, isso acaba elevando os lipídeos do produto final, promovendo um aumento na sensação de prazer ao consumir o *snack*. Todavia, o consumo frequente de *snacks* aromatizados por esse método pode contribuir para um desequilíbrio nutricional em razão da elevada concentração de lipídeos na composição do produto. Pela Tabela

Brasileira de Composição de Alimentos (2023), os *snacks* apresentam de 15,2 a 33,4 g lipídeos/100 g, de 400 a 609 mg de sódio/100 g e de 452 a 546 kcal/100 g, fazendo com que sejam muito criticados pelos consumidores que procuram por alimentos mais saudáveis (Menis-Henrique *et al.*, 2019; Menis-Henrique *et al.*, 2020). A combinação de lipídeos, sal e aditivos em excesso exige uma atenção quanto ao consumo desse tipo de produto, que apresenta elevada concentração de sódio, lipídeos e é pobre em nutrientes (Panzarini; Menis-Henrique; Conti-Silva, 2020).

Já a aromatização pré-extrusão é um método com capacidade de criar versões mais saudáveis deste tipo de produto, reduzindo seu conteúdo lipídico, tornando-o assim menos calórico (Bhandari; D'arcy; Young, 2001). Em razão disso, diversos grupos de pesquisa vêm trabalhando com a aromatização pré-extrusão, utilizando diferentes agentes aromatizantes que podem ser adicionados à matéria-prima antes de ser extrusada, como compostos voláteis ou aromas comerciais (Yulliani; Torley; Bhandari, 2009; Conti-Silva; Bastos; Areas, 2012; Menis *et al.*, 2013; Milani *et al.*, 2014) compostos voláteis encapsulados (Yulliani *et al.*, 2004; Yulliani *et al.*, 2006; Yulliani *et al.*, 2006) e precursores de aroma (Bredie *et al.*, 1997; Farrouk *et al.*, 2000; Majcher; Jeley, 2007; Majcher; Yawrowski; Jeley, 2010; Menis-Henrique *et al.*, 2019; Milk; Milani; Conti-Silva, 2021) sem que a estrutura e a textura dos *snacks* expandidos sejam afetadas, atributos importantes para a qualidade do produto final (Bhandari *et al.*, 2001).

Milk, Milani e Conti-Silva (2021) conduziram um estudo exploratório utilizando diferentes substâncias (vitaminas, aminoácidos, óleos essenciais, aromas naturais e temperos) a fim de investigar os efeitos destas substâncias nas propriedades físicas e desenvolvimento e ou manutenção de odores e sabores nos extrusados e observaram que não houve prejuízo quanto às características estruturais dos extrusados na maior parte dos ensaios, apesar de alguns apresentarem diferenças na razão de expansão. Ainda, a densidade da maioria dos extrusados se manteve menor ou igual em relação ao controle, fator importante quando se trata de *snacks* expandidos. Assim, tais resultados abrem uma gama de possibilidades de estudo, não somente na utilização de precursores isolados de aroma e demais substâncias, mas também utilizando suas combinações. No entanto, além do aroma do produto, outros componentes dos alimentos são essenciais quando se trata de qualidade sensorial, como os lipídeos e o sódio.

3.3 Lipídeos

Os lipídeos fazem parte de uma classe diversificada de moléculas que podem ser classificadas de diversas maneiras baseando em sua estrutura e função. Dentre as principais classificações, encontram-se os ácidos graxos, que são os blocos de construção básico dos lipídeos, são classificados com base no comprimento de suas cadeias (curta, média ou longa), no grau de saturação (saturados ou insaturados) e na posição das ligações duplas (cis ou trans). Os triglicerídeos, que são a principal forma de armazenamento de gordura no organismo, consiste em três moléculas de ácidos graxos ligados a uma molécula de glicerol. Fosfolipídeos, esfingolipídeos e lipídeos de membrana fazem parte da estrutura das células, incluindo as membranas celulares, e desempenham papéis importantes de sinalização. O colesterol é um esteroide e precursor de hormônios, como cortisol, testosterona e progesterona. E os eicosanóides, derivados de ácidos graxos de 20 carbonos, desempenham papéis importantes na regulação da inflamação, coagulação sanguínea e contração muscular (Nelson e Cox, 2014; Santana *et al.* 2017).

Os lipídeos proporcionam benefícios essenciais à manutenção de saúde e funcionamento geral do corpo humano. Entre todas as importantes funções deste macronutriente, ser uma fonte concentrada de energia é o que o destaca em comparação aos demais (carboidratos e proteínas), pois 1 g de lipídeo fornece 9 kcal, enquanto 1 g de carboidrato e proteína fornece 4 kcal (Morzelle *et al.*, 2020; Santana *et al.*, 2017).

Além de sua alta concentração de energia, os lipídeos são responsáveis por isolar e permitir a condução nervosa, facilitar a absorção para a corrente sanguínea e transporte de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), proteger órgãos internos e auxiliar na regulação térmica, como isolante (Garcia *et al.*, 2002; Morzelle *et al.*, 2020; Santana *et al.*, 2017).

Os lipídeos são extremamente importantes para a percepção de sabor dos alimentos, pois apresentam características que melhoram a textura e sensação dos produtos na boca, bem como é um excelente veículo e modulador de odor e sabor nos alimentos. Dada a sua importância em elevar as sensações relacionadas ao prazer durante o consumo de alimentos com alto teor de lipídeos, este macronutriente vem sendo estudado como sexto gosto básico (Dramane; Akpona; Besnard; Khan, 2014). Os impactos dos lipídeos na percepção de sabor refletem na preferência que

os consumidores têm por alimentos com maior concentração de calorias (Stewart *et al.*, 2010; Taylor; Linforth, 2010).

O consumo elevado de lipídeos é um dos principais responsáveis pelo desbalanço energético e contribui de forma direta com o aumento de doenças crônicas não transmissíveis, principalmente, a obesidade (Flatt, 1987). Segundo o Ministério da Saúde (2022a), a obesidade é um problema de saúde pública e vem aumentando de maneira epidêmica nos últimos 40 anos. Dados da Pesquisa Nacional de Saúde (2020) apontam que 96 milhões de brasileiros adultos apresentam excesso de peso e 6,7% dos adolescentes entre 15 e 17 anos já apresentam obesidade. Já o Sistema Nacional de Vigilância Alimentar e Nutricional emitiu um relatório em 2021 mostrando que, das crianças menores de 5 anos acompanhadas pela Atenção Primária à Saúde (APS), 15,8% já apresentavam excesso de peso e 7,6% já se enquadravam em obesidade segundo a classificação do Índice de Massa Corporal (IMC) para a faixa etária. O mesmo foi observado para a população adolescente: cerca de 13,0% dos acompanhados pela APS apresentaram obesidade.

Uma população jovem com obesidade é um problema grave com impactos importantes no desenvolvimento e complicações na saúde, uma vez que gera sobrecarga no Sistema Único de Saúde – SUS, ficando cada vez mais caro para o sistema manter um tratamento adequado. Os impactos não se limitam aos custos gerados para o sistema, mas também ao indivíduo com obesidade, como redução da qualidade de vida, perda da produtividade, problemas relacionados ao bem-estar emocional e até mesmo mortalidade precoce. Os estigmas sofridos pelas pessoas com obesidade as colocam em um lugar de sofrimento emocional, que pode prejudicar relacionamentos e se arrastar por toda a vida (Brasil, 2022b).

Um ambiente obesogênico contribui para o aumento do quadro de obesidade e práticas não saudáveis. Indivíduos inseridos neste tipo de ambiente muitas vezes são desencorajados a se alimentar de forma mais saudável e praticar exercícios físicos. Consomem uma grande quantidade de alimentos pobres em nutrientes, com excesso de calorias, gorduras, sódio e aditivos alimentares, além do baixo ou total ausência de consumo de alimentos ricos em fibras, vitaminas e minerais (Swinburn; Egger e Raza, 1999; Dantas e Silva, 2019; Brasil, 2022a).

Medidas de prevenção para o avanço da obesidade no país vêm sendo implementadas pelo Ministério da Saúde, dentre elas, 1) a elaboração do Guia Alimentar para a População Brasileira que traz em seu conteúdo formas de melhorar

a alimentação, como priorizar alimentos *in natura* e com pouco processamento, respeitando a regionalidade e a cultura; 2) o Guia de Atividade Física Para a População Brasileira como forma de promover a redução do comportamento sedentário e adesão a práticas que estimulam a movimentação do corpo para todas as idades; 3) e recentemente, a mudança nas regras para rotulagem de alimentos, com o objetivo de aumentar a clareza das informações para os consumidores com a adição de um símbolo de lupa frontal (Brasil, 2022a; Brasil, 2022c).

3.4 Sódio

O sódio é um dos minerais mais abundantes no planeta, encontrado na natureza apenas na forma de composto, sendo o mais comum o cloreto de sódio (NaCl) também conhecido como sal de cozinha (Bannwart, Silva, Vidal, 2014). O sódio é um elemento fundamental para as regulações do organismo humano, influenciando principalmente no equilíbrio da água, manutenção do equilíbrio acidobásico, transmissão de sinais, contração muscular e absorção de nutrientes (ILSI, 2009).

O uso do NaCl tem sua importância inicialmente empregado como conservante que se tornou condimento por conta de sua grande capacidade de agregar sabor aos alimentos e pela preferência do homem por alimentos com gosto salgado. O sal é um alimento composto por 40% de sódio e 60% de cloreto aproximadamente, sendo que 1 g de sal contém cerca de 393 mg de sódio (Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, 2014; Wardle; Cooke, 2008; ILSI, 2009; Maluly; Ariseto-Bragotto; Reyes, 2017).

Consumido em baixas quantidades por meio da dieta, o sódio contribui para o equilíbrio da saúde humana. Sua deficiência é conhecida como hiponadremia, pode causar sintomas bastante graves, desde dor de cabeça a hipotensão e alucinações. Por outro lado, seu consumo exagerado está associado ao aumento do risco de desenvolver hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e renais, na maioria das vezes associadas à alta pressão arterial (Bannwart, Silva, Vidal, 2014; Buch *et al.*, 2010; Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, 2014; Mozaffarian, 2014).

Esse mineral pode ser encontrado em pequenas concentrações em alimentos *in natura*, como carnes, leite e derivados, ovos, frutos do mar, e em grandes quantidades em alimentos industrializados com alto grau de processamento, como

carnes embutidas, refrigerantes, molhos prontos, sorvetes, biscoitos, salgadinhos, alimentos enlatados e *fast-foods* (TACO, 2011; ILSI, 2009).

Na indústria alimentícia, o sal é utilizado não apenas para agregar sabor aos alimentos, mas também para desempenhar efeitos tecnológicos importantes como agente texturizador na panificação e desenvolvedor de cor em carnes processadas, controlar a fermentação e dar textura aos produtos lácteos, agir como bactericida na preservação de carnes, peixes e vegetais, e reduzir a atividade de água, prolongando a vida de prateleira dos alimentos (ILSI, 2009; Wardle; Cooke, 2008; Kent, 2007).

Reduzir o teor de sódio dos alimentos também não é uma tarefa fácil, pois o sódio desempenha um papel importante no sabor dos alimentos. O salgado é um dos gostos básicos que interage com diversos íons, destacando-se o Na⁺ como o que mais estimula os receptores sensoriais (Lindemann, 2001). Já o gosto umami (quinto gosto básico) se origina da percepção do sal sódico do ácido L-glutâmico, também chamado de glutamato monossódico (Dermiki *et al.*, 2013; Yamaguchi, 1991).

O glutamato monossódico (GMS) é oriundo do ácido L-glutâmico, mais especificamente, do sal de sódio deste aminoácido que é o mais abundante da natureza e compõe cerca de 8 a 10% das proteínas alimentares, tanto na forma livre como ligado a outros aminoácidos (Halim *et al.*, 2020). Ele foi isolado pela primeira vez em 1908 pelo professor Kikunae Ikeda enquanto pesquisava a alga kombu, muito utilizada na culinária japonesa para fazer caldos. Em 2007 a produção mundial de glutamato monossódico puro era estimada em 200 mil toneladas por ano, com previsão de crescimento de 3% a cada ano. A produção em larga escala acontece por meio da fermentação bacteriana da espécie *Corynebacterium* e utiliza principalmente carboidratos da beterraba e melaço da cana-de-açúcar como substrato, secretando aminoácidos no meio de cultura, onde ocorre a separação do ácido L-glutâmico que é neutralizado com sódio e após passar por filtragem se torna o cristal conhecido (Knyazeva *et al.*, 2022; Sano, 2009).

A maior ingestão de GMS acontece naturalmente pelo consumo de alimentos, como tomate, batata, cogumelos, soja, frutos do mar, algas marinhas, peixes, carnes e queijos (Knyazeva *et al.*, 2022). Seu baixo conteúdo de sódio (1 g de glutamato monossódico apresenta 123 mg de sódio), quando comparado ao cloreto de sódio, o coloca em um lugar promissor em estratégias de redução de sódio em desenvolvimento de alimentos (Halim *et al.*, 2020). O consumo diário de glutamato monossódico adicionado aos alimentos nos Estados Unidos e na Europa varia de 0,3

a 1 g por dia, já no Reino Unido esse número chega em até 2 g por dia, contudo a dieta dos asiáticos contém até 3 vezes mais que a média europeia, chegando em até 3 g em Taiwan, 1,6 g no Japão e 2,3 g na Coreia do Sul (Henry-Unaeze, 2017).

Desde a descoberta do quinto gosto básico, o umami, o GMS vem sendo usado como intensificador de sabor, sobretudo, em alimentos salgados. Na culinária asiática, o GMS é amplamente utilizado para enriquecer o sabor dos pratos, aumentando a palatabilidade das preparações e percepção de gosto salgado. Existem trabalhos com diferentes matrizes alimentares, documentando a utilização do GMS como substituído do sal sem comprometer a qualidade sensorial e com boa aceitação dos consumidores (Halim *et al.*, 2020; Hartley; Liem e Keast, 2020).

Apesar da crescente produção de evidências sobre o uso desse aminoácido como alternativa a adição de sal, ele ainda é alvo de críticas tanto de profissionais da área da saúde e alimentos, como de consumidores que acreditam que o GMS pode causar efeitos maléficos para a saúde, no entanto, órgão reguladores mundiais já o classificaram como seguro para consumo (Beyreuther *et al.*, 2007; Food Standards Australia New Zealand, 2003). Além disso, o trato-gastrointestinal funciona como uma barreira bastante eficiente e é capaz de metabolizar grandes quantidades de glutamato de uma vez, sendo assim, quando o GMS chega no intestino, é rapidamente metabolizado pelos enterócitos, gerando ATP o suficiente para manter a motilidade do intestino (Henry-Unaeze, 2017).

Rocha *et al.* (2020) apresentou resultados bastante interessantes utilizando GMS em soluções com redução de sal e solução controle, onde o GMS mostrou reter a percepção de gosto salgado, indicando que o uso deste pode ser uma alternativa para redução de sódio em alimentos saborosos. Hartley; Liem e Keast (2020) conduziram um estudo com mulheres, apresentando caldos com redução de sódio utilizando GMS e NaCl para avaliar a percepção de gosto salgado, o GMS se mostrou importante para a intensidade de percepção do gosto salgado, aumentando as evidências acerca do uso do GMS para redução de sódio por adição. Bobowski; Rendahl e Vickers (2015) sugeriram que a redução de sódio em alimentos comerciais seja feita de forma gradual para que haja boa aceitação dos consumidores.

É bem difundido que, além do glutamato monossódico aumentar a percepção do gosto umami, ele também tem a capacidade de melhorar a percepção de gosto salgado (Mojet; Heidema; Christ-Hazelhof, 2004; Yamaguchi; Takahashi, 1989). Sendo assim, a interação entre sal e glutamato monossódico pode ser interessante

para o desenvolvimento de produtos com baixo teor de sódio (Maluly; Ariseto-Bragotto; Reyes, 2017).

A Organização Mundial da Saúde (2012) recomenda que adultos limitem o consumo de sódio a 2 g/dia, quantidade essa encontrada em aproximadamente 5 g de sal. Essa quantidade de sódio refere-se ao sódio contido em alimentos *in natura* e o adicionado nos alimentos. Na realidade mundial, alguns países chegam a consumir 12 g de sal por dia, sendo que os brasileiros consomem cerca de 9,34 g/dia, quase o dobro da recomendação diária (Rust; Ekmekcioglu, 2017; Mill *et al.*, 2019).

Medidas para redução do consumo de sódio estão dentro do Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos Não Transmissíveis no Brasil 2021-2030, criado pelo Ministério da Saúde com o propósito de promover de saúde por meio de estratégias voltadas para o estímulo da alimentação adequada e saudável, visando medidas para redução de consumo de sal e açúcar adicionados, utilizando reformulação de alimentos, rotulagem adequada e campanhas informativas (Brasil, 2021).

A nova rotulagem nutricional também entra como uma medida de prevenção, deixando as informações mais claras e de fácil entendimento para os consumidores. Assim, aqueles que buscam um estilo de vida mais saudável podem escolher melhor os alimentos que vão consumir (Brasil, 2022c). Ao mesmo tempo, isso pode ser um estímulo para a indústria de alimentos reformular seus produtos, reduzindo as quantidades de açúcar, sódio e gordura adicionados para escapar da rotulagem frontal. Sendo assim, a implementação da RDC nº 429/2020 da ANVISA representa um avanço para a população, direcionando o consumidor a fazer escolhas mais conscientes que podem gerar resultados positivos na saúde da população (Geraldo *et al.*, 2023).

3.5 Redução do teor lipídico e de sódio em *snacks* expandidos

O lipídeo e o sódio são elementos fundamentais para a aceitação de *snacks* extrusados (Menis-Henrique *et al.*, 2020; Panzarini; Menis-Henrique e Conti-Silva, 2020) e reduzir ambos os nutrientes não é uma tarefa simples, mas sim um desafio.

Menis-Henrique *et al.* (2019) apresentaram resultados interessantes ao desenvolver *snacks* aromatizados pré-extrusão e adicionados com diferentes quantidades de lipídeos após o processo (6 g, 12 g, 18 g e 24 g/100 g). O menor teor

de lipídeo (6 g/100 g de produto) não afetou o perfil sensorial dos produtos, tornando assim viável a produção de *snacks* com menor valor energético e sem grandes mudanças em suas características sensoriais.

Em alguns trabalhos do nosso grupo de pesquisa foi viável reduzir o conteúdo de sódio em *snacks* expandidos, seja pela combinação de sal e glutamato monossódico (Panzarini; Menis-Henrique e Conti-Silva, 2020), como também pela utilização de compostos umami de subprodutos de shiitake (Harada-Padermo *et al.*, 2021) tornando assim possível o desenvolvimento de *snacks* com redução deste micronutriente e com boa aceitação.

Apesar dos avanços utilizando a aromatização pré-extrusão de *snacks*, observa-se que os estudos apresentam baixa variedade de sabor de produto, sendo na maioria das vezes conduzidos visando a obtenção do sabor queijo. Por conta disso é necessário explorar mais as combinações de substâncias, a fim de desenvolver produtos com sabores especiais e adequada qualidade sensorial. Este foi o ponto de partida para o presente trabalho, desenvolver *snacks* com sabores diferentes do “tradicional” utilizando os ótimos resultados obtidos por Milk, Milani e Conti-Silva (2021) como norte para a escolha das combinações de substâncias, pensando em sabores que atraíssem a atenção dos consumidores e pudessem ter uma boa aceitação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Foram utilizados grits de milho, aroma artificial de queijo muçarela e aroma natural de orégano fornecidos em pó pela Duas Rodas (Jaguará do Sul, Brasil), ácido ascórbico (Grindélia, São José do Rio Preto, Brasil) e pimenta-do-reino preta moída (Siamar, Neves Paulista, Brasil), sal (Cisne, Cabo Frio, Brasil), glutamato monossódico (Ajinomoto, Limeira, Brasil) e óleo de girassol (Liza, Mairinque, Brasil).

4.2 Ajuste de umidade do grits de milho

Foi determinada a umidade do grits de milho utilizando o método de secagem em estufa a 105 °C (AOAC, 1997). A quantidade de água a ser adicionada no grits foi calculada de acordo com a equação:

$$A = \left[\frac{(100 - U_i) * U_f}{100} \right] - U_i$$

em que:

A = representa a água a ser adicionada a cada 100 g de grits (g)

U_i = umidade inicial da amostra em base seca (%)

U_f = umidade final da amostra em base seca (%).

Após fazer a adição de água no próprio saco de polietileno utilizando um béquer, o saco foi selado e o conteúdo homogeneizado para melhor contato da água com o grits, que foi armazenado sob refrigeração por 24 h para então ser submetido novamente ao método de determinação de umidade por secagem em estufa a 105 °C, visando atingir 15% de umidade em base seca (AOAC, 1997).

4.3 Aromatização pré-extrusão do grits de milho

Foram realizados pré-testes para determinar as substâncias e suas porcentagens de adição. O Apêndice A apresenta os resultados destes pré-testes.

Feitos os pré-testes, foram estabelecidas as proporções de 1,2% (m/m) de aroma artificial de queijo muçarela e aroma natural de orégano para o *snack* sabor

pizza e 1,8% (m/m) de ácido ascórbico e 0,8% (m/m) de pimenta-do-reino moída para o *snack* sabor *lemon pepper*.

Para cada sabor, as substâncias promotoras de aroma em pó (aroma artificial de queijo muçarela, aroma natural de orégano, ácido ascórbico e pimenta-do-reino moída) foram pesadas separadamente em papel manteiga e adicionadas ao mesmo tempo ao grits de milho com umidade ajustada em 15% (base seca). Os sacos contendo as misturas foram selados e agitados manualmente para homogeneizar todos os componentes. Logo em seguida, os sacos foram armazenados sob refrigeração (em torno de 8 °C) por 24 h e retirados do refrigerador e mantidos em temperatura ambiente por 2 h para estabilização e posterior extrusão.

4.4 Extrusão do grits de milho com as substâncias selecionadas

O grits contendo as substâncias foi extrusado em uma extrusora de rosca única RXPQ Labor 24 (INBRAMAQ, Ribeirão Preto, Brasil) com cinco zonas independentes de aquecimento em condições utilizadas por Milk, Milani e Conti-Silva (2021), sendo elas: camisas helicoidais; rosca de passo largo com uma saída, taxa de compreensão de 2,3:1 e relação comprimento-diâmetro de 15,5:1; subtrafila com furos de 3,01 mm; trafilas com um orifício redondo com 2,93 mm de diâmetro; taxa de alimentação de 265 g/min; velocidade da rosca a 192 rpm; temperaturas das zonas 1 a 5: 50 °C, 70 °C, 90 °C, 120 °C e 120 °C respectivamente.

As extrusões foram realizadas em dias diferentes para cada sabor, sendo primeiro o sabor *pizza* e posterior o sabor *lemon pepper*. Em ambas as extrusões, foram coletados extrusados sem adição das substâncias como controle do processo.

Após o processo de extrusão foi realizado o corte dos extrusados com um molde de 5 cm de comprimento para padronização do tamanho os quais foram armazenados em sacos de polietileno.

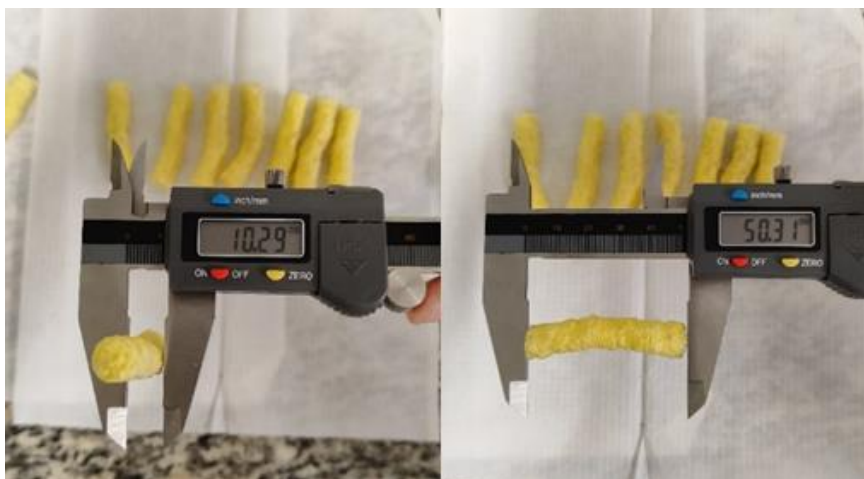
4.5 Análise das propriedades físicas dos extrusados

Foram realizadas as análises de razão de expansão, densidade, textura instrumental e cor instrumental dos extrusados antes de finalizada a aromatização, para comparação com o extrusado controle (sem adição das substâncias), com o intuito de verificar os efeitos da aromatização pré-extrusão.

A expansão dos extrusados foi determinada com o auxílio de um paquímetro digital IP54 (Digimess, São Paulo, Brasil), por meio de dez medições aleatórias. A razão de expansão foi calculada como a razão entre o diâmetro do extrusado (Figura 2) e o diâmetro da matriz da extrusora.

A densidade foi determinada após dez medições randomizadas do diâmetro (D em cm) e comprimento (L em cm) do extrusado usando paquímetro digital IP54 (Digimess, São Paulo, Brasil) e do peso das amostras (W em g). A densidade (ρ em g/mL) foi obtida a partir da seguinte equação: $\rho = 4W/\pi D^2 L$.

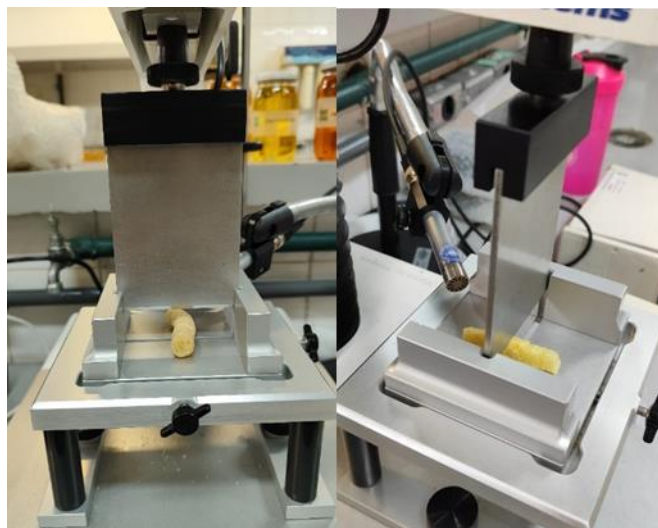
Figura 1. Representação da medição dos diâmetros e comprimento dos extrusados.



Fonte: própria autora.

A textura instrumental dos extrusados de milho foi analisada em um texturômetro TA.XT/Plus/50 e programa *Exponent* (Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra), acoplado a um acessório de detecção acústica (*Acoustic Envelope Detector* – AED) (Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra). As análises foram realizadas utilizando o *probe Blade set* com guilhotina (Guazi, 2021), com as seguintes condições de teste: velocidade de pré-teste de 5 mm/s, velocidade de teste de 1 mm/s e velocidade de pós-teste de 10 mm/s. O corte foi feito perpendicularmente em dez amostras aleatórias de cada *snack* até sua completa ruptura (Figura 3). Foram coletados o pico de força e o nível de pressão sonora dos extrusados.

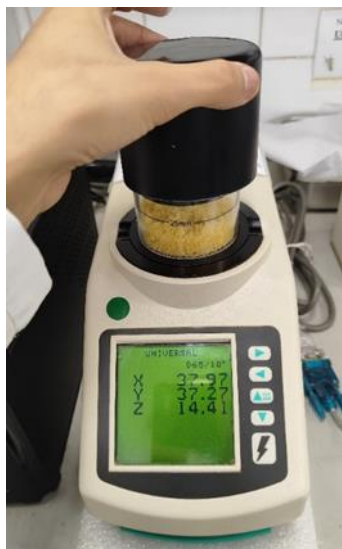
Figura 2. Análise de textura instrumental dos extrusados utilizando o *probe Blade set* com guilhotina e detecção acústica.



Fonte: própria autora.

Para a análise de cor dos extrusados, foi utilizado o colorímetro Color Flex (HunterLab, Reston, EUA) com iluminante D65 e ângulo de observação de 10°. Os extrusados foram moídos, adicionados em cubeta circular de quartzo com diâmetro interno de 58 mm e analisados em triplicata (Figura 4). A cubeta foi girada para as amostras serem analisadas sob quatro ângulos diferentes (0°, 90°, 180° e 270°) resultando em doze valores para cada amostra. Foi utilizado o sistema CIE-L*C*h (L* = claridade, C* = croma e h = tom).

Figura 3. Análise de cor instrumental dos extrusados utilizando o colorímetro Color Flex.



Fonte: própria autora.

4.6 Finalização da aromatização para obter os *snacks* com sabores especiais

A aromatização dos extrusados foi finalizada adicionando óleo de girassol, sal e glutamato monossódico seguindo o delineamento composto central rotacional (Tabela 1). O óleo de girassol foi pesado diretamente dentro do frasco borrifador e em seguida borrifado sobre o produto dentro do próprio saco de armazenamento, que foi girado a cada borrifada para que todos os extrusados tivessem contato com o óleo. Já o sal e o glutamato foram pesados separadamente em papel manteiga, adicionados logo após o óleo de girassol ser borrifado, e o saco selado e agitado para homogeneização. Estas concentrações têm como base os estudos anteriormente desenvolvidos por Menis-Henrique *et al.* (2020) e Panzarini, Menis-Henrique e Conti-Silva (2020) para *snacks* sabor queijo. O mesmo delineamento foi utilizado para os dois sabores.

Tabela 1: Delineamento composto central rotacional para quantidades de óleo de girassol, sal e glutamato monossódico.

Ensaio	X ₁	X ₂	X ₃	OG (%)*	Sal (%)*	Glutamato (%)*
1	-1	-1	-1	5	0,3	0,25
2	+1	-1	-1	19	0,3	0,25
3	-1	+1	-1	5	1,1	0,25
4	+1	+1	-1	19	1,1	0,25
5	-1	-1	+1	5	0,3	0,95
6	+1	-1	+1	19	0,3	0,95
7	-1	+1	+1	5	1,1	0,95
8	+1	+1	+1	19	1,1	0,95
9	-1,682	0	0	0	0,7	0,60
10	+1,682	0	0	24	0,7	0,60
11	0	-1,682	0	12	0,0	0,60
12	0	+1,682	0	12	1,4	0,60
13	0	0	-1,682	12	0,7	0,00
14	0	0	+1,682	12	0,7	0,12
15	0	0	0	12	0,7	0,60
16	0	0	0	12	0,7	0,60
17	0	0	0	12	0,7	0,60

X₁, X₂, X₃: variáveis independentes.

OG = óleo de girassol.

*% (m/m) referente a 100 g de extrusado.

As variáveis dependentes dos delineamentos experimentais são todas as apresentadas na seção 4.7 (Figura 5).

4.7 Análise sensorial dos *snacks* de milho

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto antes da realização das análises sensoriais (parecer número 6.034.044, Anexo 1) e os consumidores de *snacks* de milho assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B) antes do início das análises.

A análise sensorial do *snack* sabor pizza foi realizada em dois locais: 1) em uma sala adaptada com cabines de estudo individuais, sob luz branca e temperatura

de 24 °C, no Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” em São José do Rio Preto, por conta de uma reforma que ocorreu no Laboratório de Análise Sensorial; e 2) no Laboratório de Técnica Dietética do Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP, em bancadas individuais, sob luz branca e temperatura de 24 °C. Já a análise sensorial do *snack* sabor *lemon pepper* foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, em cabines individuais, sob luz branca e temperatura de 24 °C.

As amostras dos 17 ensaios (Tabela 1) de cada sabor foram divididas em três sessões de 6-6-5 amostras a fim de não gerar fadiga sensorial. A apresentação dos *snacks* aconteceu de forma monádica e aleatorizada. Cada avaliador recebeu duas unidades de cada ensaio em guardanapo codificado com três dígitos aleatórios. Foi oferecido copo de água em temperatura ambiente para que o consumidor bebesse entre uma amostra e outra a fim de limpar a cavidade oral.

Foram recrutados 70 consumidores de *snacks* para o sabor pizza e 50 para o sabor *lemon pepper*. O baixo número de consumidores para o sabor *lemon pepper*, embora ainda adequado, foi devido ao fato de a análise sensorial ter sido realizada no início de dezembro, quando já estavam iniciando-se as férias escolares. Um outro fator que contribuiu foi a necessidade de realização de três sessões de análise, e alguns consumidores não retornaram ao laboratório.

Primeiramente, os consumidores responderam a um questionário de caracterização (Figura 4). Na sequência, os *snacks* foram avaliados quanto à (Figura 5):

- intensidade de odor e sabor característicos e específicos para cada *snack* desenvolvido, utilizando um teste de diferença multiamostrais;
- aceitação sensorial por meio de escala do ideal de nove pontos para a intensidade de odor e sabor característico e específicos para cada *snack* desenvolvido;
- aceitação sensorial por meio de escala hedônica estruturada de nove pontos para a aparência, odor, textura, sabor e aceitação global (Meilgaard *et al.*, 2007).

Figura 4. Ficha de caracterização dos consumidores.

NOME: _____		IDADE: _____	SEXO: () F () M
1) Assinale o quanto você gosta de salgadinho de pacote: 2) Com que frequência você consome salgadinhos de pacote?			
() Gosto muito	() Diariamente		
() Gosto pouco	() Pelo menos 3 vezes por semana		
() Indiferente	() Pelo menos 1 vez por semana		
() Desgosto pouco	() Uma vez a cada 15 dias		
() Desgosto muito	() Uma vez por mês		
3) Qual salgadinho de pacote você costuma consumir com maior frequência?			

Fonte: própria autora

Figura 5. Ficha de avaliação dos *snacks* sabor *lemon pepper* (a ficha para os *snacks* sabor pizza é idêntica, apenas mudando o odor e sabor característicos do produto).

NOME: _____		AMOSTRA
Por favor, prove a amostra e avalie cada item dos quadros abaixo segundo às escalas à direita de cada quadro.		
Qual a intensidade de: Odor Lemon pepper _____ Sabor Lemon pepper _____	a) nenhuma b) fracamente detectável c) muito suave d) suave e) suave-moderada f) moderada g) moderada-forte h) forte	Quão IDEAL é a intensidade de: Odor Lemon pepper _____ Sabor Lemon pepper _____ a) extremamente mais intenso que o ideal b) muito mais intenso que o ideal c) moderadamente mais intenso que o ideal d) ligeiramente mais intenso que o ideal e) intensidade ideal f) ligeiramente menos intenso que o ideal g) moderadamente menos intenso que o ideal h) muito menos intenso que o ideal i) extremamente menos intenso que o ideal
Qual o seu grau de gostar/desgostar em relação a: Aparência _____ Odor _____ Textura _____ Sabor _____ Aceitação Global _____	9) gostei extremamente 8) gostei muitíssimo 7) gostei moderadamente 6) gostei levemente 5) nem gostei nem desgostei 4) desgostei levemente 3) desgostei moderadamente 2) desgostei muitíssimo 1) desgostei extremamente	Comentários: _____ _____ _____ _____ _____

Fonte: própria autora

A escala utilizada para a intensidade de odor e sabor característicos de cada *snack* foi decodificada em valores numéricos conforme Meilgaard *et al.* (1999):

Escala de intensidade	Escala numérica
------------------------------	------------------------

Nenhuma	0
Fracamente detectável	0,25
Muito suave	0,5
Suave	1,0
Suave-moderada	1,5
Moderada	2,0
Moderada-forte	2,5
Forte	3,0

Para a escala do ideal foi necessário realizar um ajuste conforme Bower e Boyd (2003), para que a intensidade ideal de odor e sabor característicos de cada *snack* pudesse ser considerada uma variável resposta do delineamento experimental:

Escala de intensidade	Escala numérica	Escala ajustada
Extremamente mais intenso que o ideal	9	1,8
Muito mais intenso que o ideal	8	3,6
Moderadamente mais intenso que o ideal	7	5,4
Ligeiramente mais intenso que o ideal	6	7,2
Intensidade ideal	5	9,0
Ligeiramente menos intenso que o ideal	4	7,2
Moderadamente menos intenso que o ideal	3	5,4
Muito menos intenso que o ideal	2	3,6
Extremamente menos intenso que o ideal	1	1,8

4.8 Análises estatísticas

Os resultados para as propriedades físicas dos extrusados com e sem as substâncias foram comparadas por meio do teste t de *Student* para amostras independentes e presumindo variâncias diferentes, considerando nível de significância de 0,05.

Os resultados obtidos para as variáveis dependentes do delineamento experimental foram submetidos à análise de regressão múltipla, sendo considerados significativos os coeficientes dos modelos cujo valor de $p \leq 0,05$, e considerado adequado um coeficiente da qualidade de ajuste do modelo (R^2) $\geq 70\%$. A regressão foi avaliada por meio de análise de variância, considerando-se regressão significativa quando $p \leq 0,05$ e sem falta de ajuste quando $p > 0,05$.

Foram utilizados os programas *Statistica* 10.0 (StatSoft Inc., Oklahoma, EUA) e *Minitab* 21 (Minitab Inc., Pensilvânia, USA) para as análises estatísticas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Snacks sabor pizza

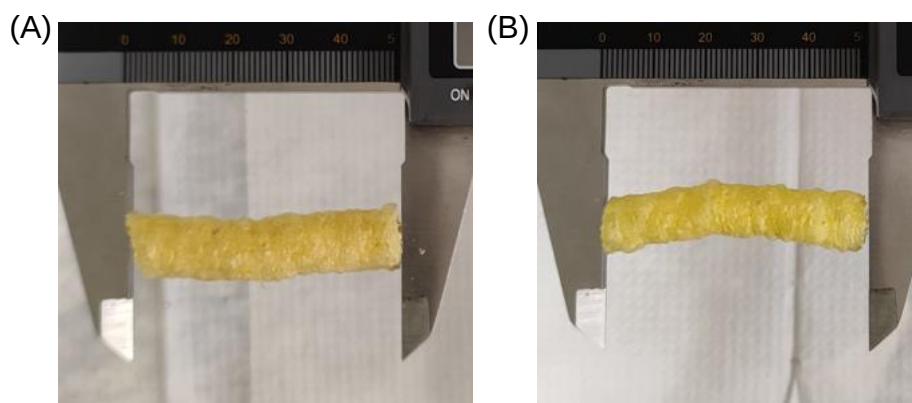
5.1.1 Propriedades físicas dos snacks sabor pizza

O extrusado sabor pizza apresentou maior razão de expansão e menor densidade quando comparado ao controle (Tabela 2). Isso é um ponto positivo, pois ambos são parâmetros utilizados para avaliar o grau de expansão dos extrusados, sendo a razão de expansão de forma transversal e a densidade a expansão em todas as direções (Yulliani; Torley; Bhandari, 2009; Milk, Milani e Conti-Silva, 2021). Assim, alta razão de expansão e baixa densidade são atributos adequados para este tipo de produto.

O extrusado sabor pizza apresentou menor nível de pressão sonora quando comparado ao extrusado controle (Tabela 2) indicando menor intensidade do som percebido ao romper uma amostra ao meio, o que está ligado à crocância do extrusado (Dias-Faceto; Salvador; Conti-Silva, 2020). Apesar disso, Dias-Faceto e Conti-Silva (2022) mostraram correlação negativa entre o nível de pressão sonora e a aceitação da crocância para cereais matinais extrusados.

O extrusado sabor pizza (Figura 6A) apresentou menor claridade (cor mais escura) e menor croma (cor menos saturada) que o controle (Tabela 2), o que pode ser influência das substâncias adicionadas em cada extrusado. Apesar do tom da cor do extrusado sabor pizza ser menor que o controle, ambos extrusados possuem cor amarela, pois os tons estão entre 70 e 100° no sólido de cor (Ramos; Gomide, 2017).

Figura 6. Extrusado sabor pizza (A) e extrusado controle (B).



Fonte: própria autora.

Tabela 2. Média $\pm$ desvio-padrão para as propriedades físicas dos extrusados controle e sabor pizza.

Propriedades físicas	Controle	Sabor pizza
Razão de expansão	3,8 ^a $\pm$ 0,3	4,2 ^b $\pm$ 0,2
Densidade (g/cm ³)	0,11 ^b $\pm$ 0,01	0,09 ^a $\pm$ 0,01
Pico de força (N)	20,4 ^a $\pm$ 3,7	19,1 ^a $\pm$ 1,8
Nível de pressão sonora (dB)	92,0 ^b $\pm$ 0,9	89,0 ^a $\pm$ 1,1
Claridade - L*	77,2 ^b $\pm$ 0,2	72,4 ^a $\pm$ 0,1
Croma - C*	45,1 ^b $\pm$ 0,3	37,5 ^a $\pm$ 0,2
Tom - h (°)	82,4 ^b $\pm$ 0,4	78,4 ^a $\pm$ 0,3

Letras diferentes na mesma linha indicam médias estatisticamente diferentes pelo teste t de *Student* ($p \leq 0,05$).

A adição do aroma artificial de queijo muçarela e aroma natural de orégano não teve impactos importantes nas propriedades físicas dos extrusados, o que está em consonância com os resultados de Milk, Milani e Conti-Silva (2021).

5.1.2 Análise sensorial dos snacks sabor pizza

Dos 70 consumidores que participaram da análise sensorial do *snack* sabor pizza, 59% eram do sexo feminino e 41% do sexo masculino com idades entre 18 e 65 anos (média de 25 anos). Quanto ao grau de gostar, 74% alegaram gostar muito de salgadinhos de pacote e outros 26% gostar pouco. Quanto à frequência de consumo, 76% disseram consumir salgadinhos de pacote de uma vez a cada 15 dias ou uma vez por mês, enquanto 24% alegaram consumir pelo menos uma vez na semana.

As intensidades de odor de pizza dos *snacks* variaram de 0,3 (entre fracamente detectável e muito suave) a 0,6 (entre muito suave e suave), enquanto para o sabor de pizza variaram de 0,6 (entre muito suave e suave) a 1,3 (entre suave e suave-moderada) (Tabela 3). Para o ideal da intensidade (Tabela 4), o odor de pizza variou de 4,8 (entre ligeiramente menos intenso que o ideal e intensidade ideal) a 5,6 (entre intensidade ideal e ligeiramente mais intenso que o ideal). Para sabor de pizza, a variação foi de 5,2 (entre intensidade ideal e ligeiramente mais intenso que o ideal) a 6,4 (entre ligeiramente mais intenso que o ideal e moderadamente mais intenso que o ideal). De forma geral, os resultados para o ideal da intensidade foram satisfatórios,

pois a grande maioria das médias esteve entre intensidade ideal e ligeiramente mais intenso que o ideal, tanto para odor pizza quanto para sabor pizza. As menores intensidades para o odor em relação ao sabor podem ser devido ao fato de os compostos voláteis estarem protegidos dentro da matriz alimentícia, resultado da aromatização pré-extrusão. Por isso, é necessário que os *snacks* sejam desestruturados/rompidos para percepção dos compostos voláteis.

Tabela 3. Média $\pm$ desvio-padrão (n = 70) das intensidades sensoriais dos *snacks* sabor pizza.

Ensaio	OG (%)*	Sal (%)*	Glutamato (%)*	Intensidade	
				Odor pizza	Sabor pizza
1	5	0,3	0,25	0,5 $\pm$ 0,6	0,8 $\pm$ 0,7
2	19	0,3	0,25	0,6 $\pm$ 0,6	0,6 $\pm$ 0,6
3	5	1,1	0,25	0,5 $\pm$ 0,5	1,1 $\pm$ 0,8
4	19	1,1	0,25	0,6 $\pm$ 0,7	0,9 $\pm$ 0,8
5	5	0,3	0,95	0,5 $\pm$ 0,5	0,7 $\pm$ 0,7
6	19	0,3	0,95	0,5 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,7
7	5	1,1	0,95	0,5 $\pm$ 0,6	1,1 $\pm$ 0,8
8	19	1,1	0,95	0,5 $\pm$ 0,9	1,2 $\pm$ 0,8
9	0	0,7	0,60	0,3 $\pm$ 0,4	0,8 $\pm$ 0,7
10	24	0,7	0,60	0,6 $\pm$ 0,6	1,3 $\pm$ 3,0
11	12	0,0	0,60	0,4 $\pm$ 0,5	0,6 $\pm$ 0,6
12	12	1,4	0,60	0,6 $\pm$ 0,7	1,2 $\pm$ 0,8
13	12	0,7	0,00	0,4 $\pm$ 0,4	0,9 $\pm$ 0,8
14	12	0,7	0,12	0,5 $\pm$ 0,5	0,8 $\pm$ 0,6
15	12	0,7	0,60	0,4 $\pm$ 0,4	1,0 $\pm$ 0,7
16	12	0,7	0,60	0,6 $\pm$ 0,7	1,1 $\pm$ 0,7
17	12	0,7	0,60	0,4 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,7

OG = óleo de girassol.

*% (m/m) referente a 100 g de extrusado.

Escala de intensidade: 0 = Nenhuma; 0,25 = Fracamente detectável; 0,5 = Muito suave; 1,0 = Suave; 1,5 = Suave-moderada; 2,0 = Moderada; 2,5 = Moderada-forte; 3,0 = Forte. OG = óleo de girassol.

Tabela 4. Média $\pm$ desvio-padrão (n = 70) do ideal de intensidades sensoriais dos *snacks* sabor pizza.

Ensaio	OG (%)*	Sal (%)*	Glutamato (%)*	Ideal da Intensidade	
				Odor pizza	Sabor pizza
1	5	0,3	0,25	5,1 $\pm$ 2,4	5,8 $\pm$ 2,1
2	19	0,3	0,25	5,0 $\pm$ 2,5	5,2 $\pm$ 2,2
3	5	1,1	0,25	5,2 $\pm$ 2,3	6,4 $\pm$ 2,2
4	19	1,1	0,25	5,4 $\pm$ 2,6	6,1 $\pm$ 2,3
5	5	0,3	0,95	5,4 $\pm$ 2,4	5,5 $\pm$ 2,3
6	19	0,3	0,95	5,5 $\pm$ 2,4	5,8 $\pm$ 2,1
7	5	1,1	0,95	5,5 $\pm$ 2,5	6,2 $\pm$ 2,2
8	19	1,1	0,95	5,4 $\pm$ 2,3	6,0 $\pm$ 2,3
9	0	0,7	0,60	4,8 $\pm$ 2,4	5,3 $\pm$ 2,4
10	24	0,7	0,60	5,4 $\pm$ 2,7	6,0 $\pm$ 2,1
11	12	0,0	0,60	5,1 $\pm$ 2,6	5,3 $\pm$ 2,2
12	12	1,4	0,60	5,6 $\pm$ 2,5	5,9 $\pm$ 2,2
13	12	0,7	0,00	5,1 $\pm$ 2,5	5,3 $\pm$ 2,4
14	12	0,7	0,12	5,4 $\pm$ 2,4	5,7 $\pm$ 2,2
15	12	0,7	0,60	5,2 $\pm$ 2,3	6,2 $\pm$ 2,1
16	12	0,7	0,60	5,5 $\pm$ 2,4	6,1 $\pm$ 2,1
17	12	0,7	0,60	5,1 $\pm$ 2,4	6,1 $\pm$ 2,3

OG = óleo de girassol.

*% (m/m) referente a 100 g de extrusado.

Escala do ideal da intensidade: 9 = Extremamente mais intenso que o ideal; 8 = Muito mais intenso que o ideal; 7 = Moderadamente mais intenso que o ideal; 6 = Ligeiramente mais intenso que o ideal; 5 = Intensidade ideal; 4 = Ligeiramente menos intenso que o ideal; 3 = Moderadamente menos intenso que o ideal; 2 = Muito menos intenso que o ideal; 1 = Extremamente menos intenso que o ideal. OG = óleo de girassol.

Para o grau de gostar dos *snacks*, as médias variaram de 4,6 (odor) a 7,3 (textura) na escala hedônica de 9 pontos (Tabela 5). Observa-se um destaque para o grau de gostar da aparência e da textura, além do grau de gostar mais elevado para o sabor em relação ao odor, resultado semelhante aos resultados de intensidade e ideal da intensidade dos *snacks*.

Tabela 5. Média $\pm$ desvio-padrão (n = 70) do grau de gostar dos *snacks* sabor pizza.

Ensaio	OG (%)*	Sal (%)*	Glutamato (%)*	Grau de gostar				
				Aparência	Odor	Textura	Sabor	Global
1	5	0,3	0,25	6,6 $\pm$ 1,6	5,1 $\pm$ 1,4	6,7 $\pm$ 1,6	5,5 $\pm$ 1,8	5,8 $\pm$ 1,3
2	19	0,3	0,25	6,7 $\pm$ 1,7	5,1 $\pm$ 1,4	6,7 $\pm$ 1,7	5,3 $\pm$ 1,6	5,6 $\pm$ 1,5
3	5	1,1	0,25	6,5 $\pm$ 1,7	5,3 $\pm$ 1,5	6,9 $\pm$ 1,6	6,3 $\pm$ 1,7	6,3 $\pm$ 1,5
4	19	1,1	0,25	6,9 $\pm$ 1,5	5,4 $\pm$ 1,5	7,0 $\pm$ 1,6	6,5 $\pm$ 1,4	6,4 $\pm$ 1,4
5	5	0,3	0,95	6,7 $\pm$ 1,6	5,1 $\pm$ 1,7	6,6 $\pm$ 1,7	5,4 $\pm$ 1,9	5,6 $\pm$ 1,7
6	19	0,3	0,95	6,6 $\pm$ 1,7	5,1 $\pm$ 1,3	7,0 $\pm$ 1,6	5,6 $\pm$ 1,6	5,8 $\pm$ 1,4
7	5	1,1	0,95	6,8 $\pm$ 1,6	5,3 $\pm$ 1,7	7,0 $\pm$ 1,6	6,3 $\pm$ 1,7	6,3 $\pm$ 1,6
8	19	1,1	0,95	7,0 $\pm$ 1,5	5,2 $\pm$ 1,6	7,3 $\pm$ 1,3	6,6 $\pm$ 1,6	6,4 $\pm$ 1,5
9	0	0,7	0,60	6,5 $\pm$ 1,7	4,6 $\pm$ 1,5	6,6 $\pm$ 1,7	5,2 $\pm$ 1,8	5,3 $\pm$ 1,7
10	24	0,7	0,60	6,9 $\pm$ 1,5	5,3 $\pm$ 1,6	7,0 $\pm$ 1,5	6,0 $\pm$ 1,8	6,2 $\pm$ 1,4
11	12	0,0	0,60	6,7 $\pm$ 1,6	5,0 $\pm$ 1,7	6,7 $\pm$ 1,3	5,3 $\pm$ 1,8	5,7 $\pm$ 1,6
12	12	1,4	0,60	6,8 $\pm$ 1,4	5,5 $\pm$ 1,5	6,9 $\pm$ 1,4	6,2 $\pm$ 1,7	6,2 $\pm$ 1,6
13	12	0,7	0,00	6,6 $\pm$ 1,5	4,9 $\pm$ 1,6	6,7 $\pm$ 1,4	5,4 $\pm$ 1,8	5,6 $\pm$ 1,7
14	12	0,7	0,12	7,0 $\pm$ 1,4	5,2 $\pm$ 1,5	7,0 $\pm$ 1,4	5,7 $\pm$ 1,5	5,9 $\pm$ 1,3
15	12	0,7	0,60	6,9 $\pm$ 1,5	5,0 $\pm$ 1,5	6,9 $\pm$ 1,4	6,1 $\pm$ 1,7	6,1 $\pm$ 1,5
16	12	0,7	0,60	7,0 $\pm$ 1,4	5,4 $\pm$ 1,5	7,0 $\pm$ 1,5	6,2 $\pm$ 1,6	6,3 $\pm$ 1,3
17	12	0,7	0,60	6,8 $\pm$ 1,5	5,0 $\pm$ 1,4	6,8 $\pm$ 1,5	6,0 $\pm$ 1,4	6,0 $\pm$ 1,2

OG = óleo de girassol.

*% (m/m) referente a 100 g de extrusado.

Escala hedônica de nove pontos: 9 = Gostei extremamente; 8 = Gostei muitíssimo; 7 = Gostei moderadamente; 6 = Gostei levemente; 5 = Nem gostei nem desgostei; 4 = Desgostei levemente; 3 = Desgostei moderadamente; 2 = Desgostei muitíssimo; 1 = Desgostei extremamente. OG = óleo de girassol.

A Tabela 6 apresenta os modelos que foram significativos e não apresentaram falta de ajuste, sendo que todos apresentaram R^2 abaixo de 70%. Três apresentaram R^2 entre 60 e 70%. Mesmo assim, estes três modelos foram utilizados para plotagem dos gráficos.

Houve influência das três variáveis independentes no grau de gostar da aparência dos *snacks* (Tabela 6). No entanto, o grau de gostar da aparência não é de fato um fator que influencia a escolha do consumidor, visto que a grande maioria das embalagens comerciais inviabilizam a escolha de *snacks* pela aparência, mas pode ser um fator importante para a recompra do produto. Além disso, os efeitos do sal e do glutamato não fazem sentido na prática. Por isso, apenas o gráfico mostrando o efeito do óleo foi plotado (Figura 7). O aumento no teor de óleo de girassol aumentou o grau de gostar da aparência. Mas devido ao efeito quadrático, parece que a aceitação reduziria com o aumento do óleo a quantidades além da estudada neste trabalho. Em um trabalho do grupo de pesquisa, o aumento na adição de óleo de girassol aumentou o croma dos *snacks* de milho, devido à própria cor do óleo (Menis-Henrique *et al.*, 2020). Provavelmente isso possa ter levado ao aumento do grau de gostar dos *snacks* no presente trabalho.

Também houve influência das três variáveis independentes no grau de gostar da textura (Tabela 6). Porém, da mesma forma que descrito para a aparência, os efeitos do sal e do glutamato não fazem sentido na prática, motivo pelo qual os gráficos não são apresentados. O aumento no teor de óleo aumentou a aceitação da textura dos *snacks* (Figura 8), podendo estar relacionado a um amaciamento do produto.

O teor de sal influenciou o grau de gostar do sabor (Tabela 6), sendo que o aumento no teor de sal aumentou o grau de gostar (Figura 9). O mesmo resultado foi encontrado por Panzarini; Menis-Henrique e Conti-Silva (2020) para *snacks* sabor queijo. Nguyen e Wismer (2019) identificaram redução na aceitação da maioria dos produtos (batata frita, picles, presunto cozido, sopa de macarrão) com redução de sódio em comparação com os mesmos produtos regulares, entre consumidores que apresentavam baixo, moderado e alto consumo de fontes de sódio pela dieta.

Tabela 6. Modelo para as variáveis dependentes dos *snacks* sabor pizza.

Variável	Modelo	R ² ajustado	p-valor	Falta de ajuste
Intensidade sabor pizza	$Y_{IS} = 0,94 + 0,16X_2$	56,1	0,003	0,322
Ideal de intensidade odor pizza	$Y_{IO} = 5,27 + 0,10X_2 + 0,12X_3$	41,9	0,018	0,728
Grau de gostar da aparência	$Y_{GGA} = 6,92 + 0,09X_1 - 0,08X_1^2 - 0,07 X_2^2 + 0,07X_3$	60,9	0,012	0,543
Grau de gostar da textura	$Y_{GGT} = 6,87 + 0,10X_1 + 0,10X_2 + 0,08X_3$	62,2	0,001	0,425
Grau de gostar do sabor	$Y_{GGS} = 5,87 + 0,40X_2$	67,3	0,000	0,074
Grau de gostar global	$Y_{GGG} = 5,97 + 0,25X_2$	55,3	0,003	0,262

X₁: óleo de girassol; X₂: sal; X₃: glutamato monossódico.

Figura 7. Efeito do óleo de girassol no grau de gostar da aparência dos *snacks* sabor pizza.

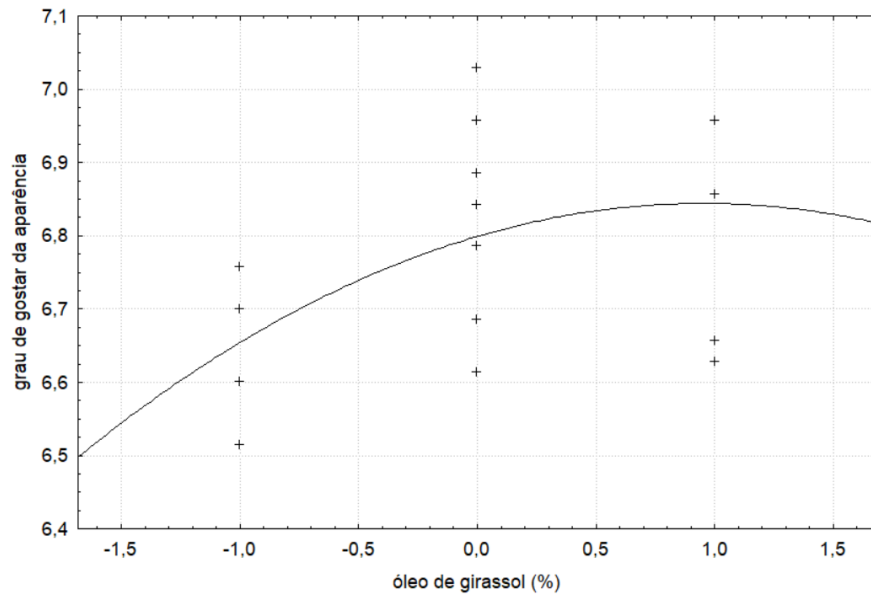


Figura 8. Efeito do óleo de girassol no grau de gostar da textura dos *snacks* sabor pizza.

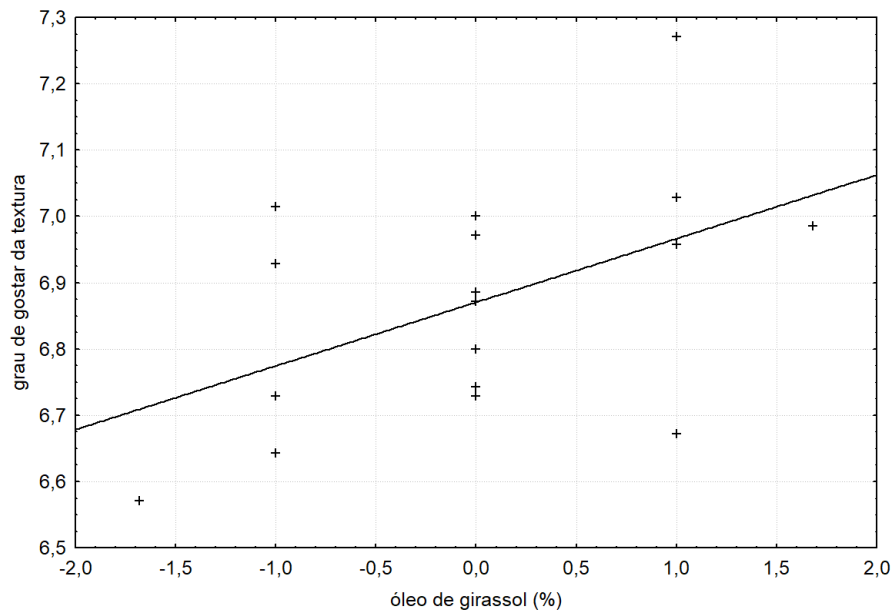
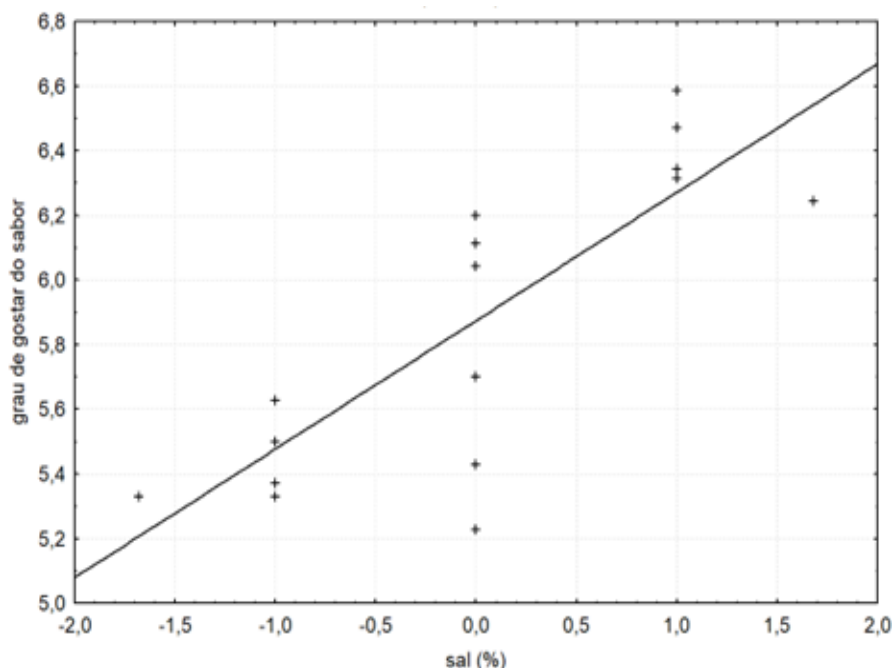


Figura 9. Efeito do sal no grau de gostar do sabor dos *snacks* sabor pizza.



Quando analisados os comentários deixados pelos consumidores nas fichas de análise sensorial, até mesmo os ensaios com maior adição de sal receberam comentários como: "faltou sal" ou "senti falta do sal". No entanto, o ensaio 5 que tinha menor adição de óleo de girassol (5%) e sal (0,3%), mas a maior adição de glutamato monossódico (0,95%), recebeu comentários positivos, como "sabor muito bom", "sabor agradável", "tempero intenso" e "o melhor", diferente do ensaio 11 (12% óleo de girassol, 0% sal e 0,6% glutamato monossódico), que recebeu comentários negativos relacionados à falta de sabor, desaparecimento rápido do sabor, além de "sem graça".

O ensaio que mais recebeu comentários positivos relacionados à presença do sabor pizza foi o 8 que teve maior adição de glutamato (0,95%) e moderada adição de óleo de girassol (19%) e sal (1,1%). O ensaio com maior adição de sal (ensaio 12; 1,4%) também recebeu comentários positivos relacionados ao sabor presente. De modo geral, os ensaios com adição de sal e glutamato monossódico apresentaram boa aceitação e com base nos comentários deixados pelos avaliadores, o glutamato monossódico contribuiu fazendo com que os avaliadores percebessem o sal mesmo nas menores quantidades adicionadas aos *snacks*, evidenciando o sabor do produto quando adicionado em maiores quantidades. Bobowski; Rendhal e Vickers (2014)

sugeriram que a redução de sódio em alimentos deve ser feita gradualmente para que haja maior aceitação dos consumidores, pois uma redução abrupta pode ser mais facilmente percebida e impactar negativamente na aceitação do produto.

O óleo de girassol não apresentou efeitos significativos na maioria das características sensoriais avaliadas e, mesmo na menor quantidade adicionada (5%), os *snacks* sabor pizza foram bem aceitos o que pode ser considerado vantajoso, uma vez que torna possível a produção de *snacks* de milho aromatizados pré-extrusão, menos calóricos e sem afetar a aceitação do produto. A ausência de óleo de girassol afetou apenas as médias relacionadas aos atributos de odor dos *snacks*, no entanto, *snacks* sem odor pronunciado pode ser interessante para consumir em locais fechados sem incomodar quem está por perto. Menis-Henrique *et al.* (2020) também observaram resultados satisfatórios de aceitação sensorial com a menor adição de óleo de girassol testada (6%) em *snacks* sabor queijo aromatizados pré-extrusão.

A legislação brasileira (Brasil, 2020) determina que alimentos sólidos com quantidades maiores ou iguais a 600 mg de sódio por 100 g devem levar a lupa “alto em sódio” no rótulo. Com relação às quantidades estimadas de sódio adicionado aos *snacks* (Tabela 7), o ensaio 12 (1,4% sal e 0,6% glutamato monossódico) com a maior quantidade de sódio, possui, estimativamente, 544 mg de sódio adicionado em 100 g de *snack* dispensando a sinalização de alerta da nova rotulagem nutricional com a lupa “alto em sódio”. Já dos *snacks* comerciais indicados pelos consumidores na ficha de caracterização (Figura 4), dois apresentam a lupa “alto em sódio” com quantidades superiores ao ensaio 12, apresentando 1.011 e 740 mg de sódio em 100 g (Tabela 8).

Em relação à gordura saturada, a legislação (Brasil, 2020) determina que alimentos sólidos com quantidades maiores ou iguais a 6 g por 100 g devem levar a lupa “alto em gordura saturada”. Considerando o perfil de ácidos graxos, o óleo de girassol possui 10,8% de ácidos graxos saturados (TACO, 2011). Dessa forma, considerando a maior quantidade estimada de lipídeos totais nos *snacks* (Tabela 7), que é de 22%, a quantidade máxima de ácidos graxos saturados é menor que 2,6%, uma vez que lipídeos totais contemplam outros componentes além dos ácidos graxos. Assim, nenhum dos *snacks* necessita da lupa referente a “alto em gorduras saturadas”.

Com relação ao valor energético estimado para cada ensaio (Tabela 7) observa-se valores menores quando comparados aos *snacks* extrusados comerciais citados pelos avaliadores na ficha de caracterização (Tabela 8). Tendo em vista que

os *snacks* tradicionais são bastante criticados pelo seu alto valor calórico oriundo do método de aromatização utilizado pela indústria (Moubarac *et al.*, 2012) *snacks* menos calóricos se destacam como alternativa para aqueles que buscam consumir menos calorias e não dispensam sabor e praticidade (Menis-Henrique *et al.*, 2020).

Tabela 7. Valores nutricionais estimados dos *snacks* de milho extrusados desenvolvidos no presente trabalho.

Ensaio	OG (%)*	Sal (%)*	Glutamato (%)*	Lipídeos totais (g/100 g)	Sódio adicionado (mg/100 g)	Valor calórico (kcal/100 g)
1	5	0,3	0,25	8,3	140	371
2	19	0,3	0,25	19,1	124	433
3	5	1,1	0,25	8,3	432	368
4	19	1,1	0,25	18,9	382	430
5	5	0,3	0,95	8,3	220	369
6	19	0,3	0,95	19,0	194	430
7	5	1,1	0,95	8,2	510	366
8	19	1,1	0,95	18,8	451	428
9	0	0,7	0,60	3,8	342	342
10	24	0,7	0,60	22,2	277	449
11	12	0,0	0,60	14,0	66	404
12	12	1,4	0,60	13,9	544	399
13	12	0,7	0,00	14,0	242	403
14	12	0,7	0,12	14,0	255	403
15	12	0,7	0,60	13,9	306	401
16	12	0,7	0,60	13,9	306	401
17	12	0,7	0,60	13,9	306	401

OG = óleo de girassol.

*% (m/m) referente a 100 g de extrusado.

Tabela 8. Valores nutricionais dos *snacks* extrusados comerciais consumidos pelos avaliadores.

Snacks comerciais	Gorduras totais (g/100 g)	Sódio (mg/100 g)	Valor calórico (kcal/100 g)
Baconzitos	28	1011	495
Cheetos (requeijão)	23	443	500
Cebolitos	27,6	740	520
Doritos	25,2	492	480
Fandangos (presunto)	21	549	486
Fofura (churrasco)	22,8	568	460

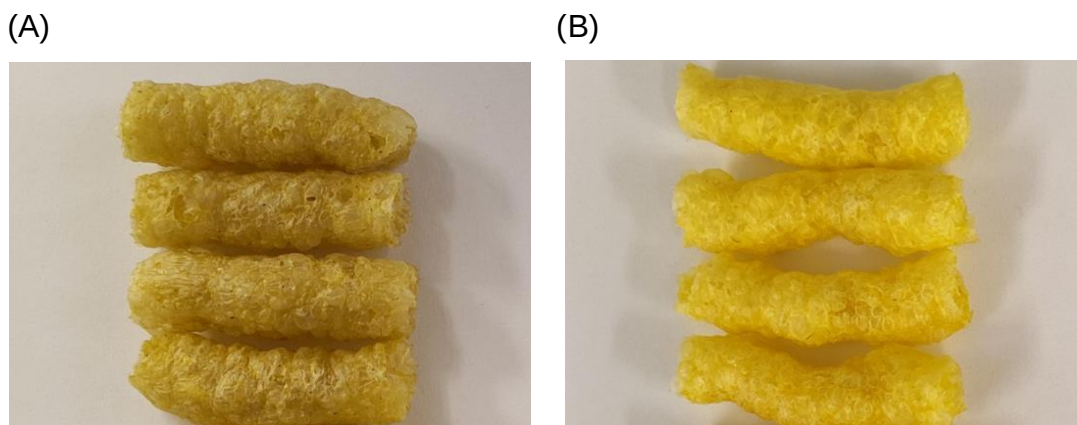
5.2 *Snacks* sabor *lemon pepper*

5.2.1 *Propriedades físicas dos snacks sabor lemon pepper*

Resultados semelhantes ao extrusado sabor pizza foram observados no extrusado sabor *lemon pepper* (Tabela 9) que apresentou maior razão de expansão e menor densidade quando comparado ao extrusado controle. Kim e Maga (1994), citados por Bhandari et al. (2001), estudando a retenção de uma série de compostos voláteis, com comprimentos de cadeia e grupos funcionais variados, em amido rico em amilose durante a extrusão, observaram que as interações entre grupos álcool e aldeído e o amido influenciaram a expansão do extrusado, o que pode explicar a maior razão de expansão do extrusado por causa do ácido ascórbico.

A força de corte utilizada para romper completamente a amostra do extrusado *lemon pepper* foi menor que a do extrusado controle. Tais características são desejáveis para *snacks* expandidos, por apresentarem uma menor resistência mecânica, sendo assim, mais quebradiços, o que pode ser interessante no ponto de vista sensorial (Meng et al., 2010; Guazi, 2021; Milk; Milani e Conti-Silva, 2021).

Quando analisados os parâmetros de cor dos extrusados sabor *lemon pepper* (Figura 10) observa-se menor claridade (indicando cor mais escura), menor croma (menor saturação de cor) e menor ângulo de tonalidade amarela que o extrusado controle, o que pode indicar influência da pimenta-do-reino moída, adicionada como substância aromatizante pré-extrusão, que tem uma coloração mais escura. Apesar disso, o tom se manteve dentro do ângulo referente à cor amarela, de 70 a 100° no sólido de cor (Ramos; Gomide, 2017).

Figura 10. Extrusado sabor *lemon pepper* (A) e extrusado controle (B).

Fonte: própria autora

Tabela 9. Média $\pm$ desvio-padrão para as propriedades físicas dos extrusados controle e sabor *lemon pepper*.

Propriedades físicas	Controle	Sabor <i>lemon pepper</i>
Razão de expansão	4,6 ^a $\pm$ 0,2	5,2 ^b $\pm$ 0,2
Densidade (g/cm ³)	0,14 ^b $\pm$ 0,01	0,09 ^a $\pm$ 0,01
Pico de força (N)	29,8 ^b $\pm$ 8,0	12,4 ^a $\pm$ 2,3
Nível de pressão sonora (dB)	94,8 ^a $\pm$ 1,2	94,0 ^a $\pm$ 0,9
Claridade - L*	78,9 ^b $\pm$ 0,4	66,8 ^a $\pm$ 0,1
Croma - C*	48,3 ^b $\pm$ 0,5	37,6 ^a $\pm$ 0,3
Tom - h (°)	81,9 ^b $\pm$ 0,8	80,2 ^a $\pm$ 0,2

Letras diferentes na mesma linha indicam médias estatisticamente diferentes pelo teste t de *Student* ($p \leq 0,05$).

5.2.2 Análise sensorial dos snacks sabor *lemon pepper*

Cinquenta consumidores de *snacks* de milho participaram da análise sensorial do sabor *lemon pepper*, sendo 60% do sexo feminino e 40% do sexo masculino, com idades entre 18 e 65 anos (média de 26 anos de idade). Quanto ao grau de gostar, 60% dos participantes alegaram gostar muito de salgadinhos de pacote e 82% declararam consumir salgadinhos entre uma vez a cada 15 dias ou uma vez no mês, enquanto 18% declararam consumir pelo menos uma vez na semana.

As médias de intensidade de odor ficaram entre “fracamente detectável” e “muito suave” para praticamente todas as amostras, e para sabor variou entre “muito

suave” e “suave moderada” (Tabela 10). Já para ideal da intensidade de odor característico de *lemon pepper* observa-se médias indicando ideal variando de 4,7 (entre ligeiramente menos intenso que o ideal e intensidade ideal) a 5,5 (entre intensidade ideal e ligeiramente mais intenso que o ideal) e para ideal da intensidade de sabor *lemon pepper*, as médias variaram de 6 (ligeiramente mais intenso que o ideal) a 7,4 (entre moderadamente mais intenso que o ideal e muito mais intenso que o ideal) (Tabela 11). Assim como no *snack* sabor pizza, a intensidade ideal de odor *lemon pepper* se mostrou satisfatória, mantendo médias dentro do ideal; por outro lado, para intensidade de sabor, as médias apontaram intensidade ligeiramente acima do ideal, chegando a muito mais intenso que o ideal, o que pode ser consequência da influência da picância frequentemente apontada nos comentários das fichas sensoriais.

Tabela 10. Média $\pm$ desvio-padrão (n = 50) das intensidades sensoriais dos *snacks* sabor *lemon pepper*.

Ensaio	OG (%)*	Sal (%)*	Glutamato (%)*	Intensidade	
				Odor <i>lemon pepper</i>	Sabor <i>lemon pepper</i>
1	5	0,3	0,25	0,4 $\pm$ 0,5	1,0 $\pm$ 0,7
2	19	0,3	0,25	0,4 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,7
3	5	1,1	0,25	0,4 $\pm$ 0,5	1,4 $\pm$ 0,9
4	19	1,1	0,25	0,6 $\pm$ 0,7	1,2 $\pm$ 0,7
5	5	0,3	0,95	0,4 $\pm$ 0,5	1,0 $\pm$ 0,7
6	19	0,3	0,95	0,4 $\pm$ 0,6	1,0 $\pm$ 0,7
7	5	1,1	0,95	0,5 $\pm$ 0,6	1,0 $\pm$ 0,7
8	19	1,1	0,95	0,4 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,6
9	0	0,7	0,60	0,3 $\pm$ 0,5	1,0 $\pm$ 0,8
10	24	0,7	0,60	0,4 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,7
11	12	0,0	0,60	0,4 $\pm$ 0,6	0,9 $\pm$ 0,7
12	12	1,4	0,60	0,5 $\pm$ 0,5	1,0 $\pm$ 0,7
13	12	0,7	0,00	0,3 $\pm$ 0,4	0,8 $\pm$ 0,7
14	12	0,7	0,12	0,4 $\pm$ 0,5	0,8 $\pm$ 0,6
15	12	0,7	0,60	0,5 $\pm$ 0,6	0,9 $\pm$ 0,7
16	12	0,7	0,60	0,4 $\pm$ 0,5	1,1 $\pm$ 0,8
17	12	0,7	0,60	0,4 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,7

OG = óleo de girassol.

*% (m/m) referente a 100 g de extrusado.

Escala de intensidade: 0 = Nenhuma; 0,25 = Fracamente detectável; 0,5 = Muito suave; 1,0 = Suave; 1,5 = Suave-moderada; 2,0 = Moderada; 2,5 = Moderada-forte; 3,0 = Forte. OG = óleo de girassol.

Tabela 11. Média $\pm$ desvio-padrão (n = 50) ideal de intensidades dos *snacks* sabor *lemon pepper*.

Ensaio	OG (%)*	Sal (%)*	Glutamato (%)*	Ideal da Intensidade	
				Odor <i>lemon pepper</i>	Sabor <i>lemon pepper</i>
1	5	0,3	0,25	5,3 $\pm$ 2,5	6,3 $\pm$ 2,0
2	19	0,3	0,25	4,8 $\pm$ 2,5	6,2 $\pm$ 2,1
3	5	1,1	0,25	5,5 $\pm$ 2,4	6,8 $\pm$ 2,2
4	19	1,1	0,25	5,5 $\pm$ 2,5	7,4 $\pm$ 1,8
5	5	0,3	0,95	4,7 $\pm$ 2,2	6,6 $\pm$ 2,1
6	19	0,3	0,95	5,2 $\pm$ 2,3	6,4 $\pm$ 2,3
7	5	1,1	0,95	5,2 $\pm$ 2,6	6,2 $\pm$ 2,1
8	19	1,1	0,95	5,3 $\pm$ 2,6	6,1 $\pm$ 2,3
9	0	0,7	0,60	4,7 $\pm$ 2,5	6,0 $\pm$ 2,4
10	24	0,7	0,60	5,4 $\pm$ 2,4	6,0 $\pm$ 2,2
11	12	0,0	0,60	4,8 $\pm$ 2,5	6,2 $\pm$ 2,3
12	12	1,4	0,60	5,1 $\pm$ 2,3	6,8 $\pm$ 1,9
13	12	0,7	0,00	4,8 $\pm$ 2,5	6,2 $\pm$ 2,4
14	12	0,7	0,12	5,0 $\pm$ 2,6	6,2 $\pm$ 2,1
15	12	0,7	0,60	5,4 $\pm$ 2,4	6,6 $\pm$ 2,0
16	12	0,7	0,60	5,4 $\pm$ 2,4	6,7 $\pm$ 2,0
17	12	0,7	0,60	5,2 $\pm$ 2,5	6,7 $\pm$ 1,8

OG = óleo de girassol.

*% (m/m) referente a 100 g de extrusado.

Escala do ideal da intensidade: 9 = Extremamente mais intenso que o ideal; 8 = Muito mais intenso que o ideal; 7 = Moderadamente mais intenso que o ideal; 6 = Ligeiramente mais intenso que o ideal; 5 = Intensidade ideal; 4 = Ligeiramente menos intenso que o ideal; 3 = Moderadamente menos intenso que o ideal; 2 = Muito menos intenso que o ideal; 1 = Extremamente menos intenso que o ideal. OG = óleo de girassol.

A textura foi o atributo mais bem avaliado do *snack* sabor *lemon pepper* atingindo médias superiores a 7 na maioria dos ensaios (Tabela 12) seguida da aparência, que apesar da coloração mais escura por conta da pimenta-do-reino moída, atingiu médias entre 6 (gostei levemente) e 7 (gostei moderadamente). Milk, Milani e Conti-silva (2021) observaram a variação de cor dos *snacks* com a adição de diferentes componentes aromatizantes pré-extrusão, também se mantendo na cor amarela no sólido de cor (Ramos; Gomide, 2017). O grau de gostar do sabor apresentou médias superiores a 6 (gostei levemente) para a maioria dos *snacks*, no entanto os ensaios 4 (19% óleo de girassol, 1,1% sal e 0,25% glutamato monossódico) e 8 (19% óleo de girassol, 1,1% sal e 0,95% glutamato monossódico) se destacaram como mais bem avaliadas e comentários como “perfeito”, “dá vontade comer mais”,

“bem gostoso” e “mais saboroso” foram encontrados nas fichas sensoriais para as duas amostras.

A frequência de comentários indicando picância em algumas amostras pode ter influenciado as médias mais baixas do grau de gostar global, uma vez que essa característica não agrada a todos os consumidores. O ensaio 9 (0% óleo de girassol, 0,7% sal e 0,6% glutamato monossódico) foi o que mais evidenciou a picância da pimenta-do-reino moída e apresentou a menor média. A percepção da picância é resultado do estímulo do receptor TRPV1 pela capsaicina presente na pimenta. O óleo é capaz de dissolver a capsaicina, impedindo-a que estimule este receptor, reduzindo assim a percepção da picância (Fibrianto; Syauqi, 2021). Dessa forma, a ausência ou a baixa quantidade de óleo de girassol adicionado aos *snacks* sabor *lemon pepper* leva à maior estimulação deste receptor pela capsaicina, aumentando a percepção da picância.

O ensaio 12, com maior concentração de sal (1,4% sal), conseqüentemente, com maior teor de sódio, recebeu comentários bastante positivos relacionados a maior percepção de gosto salgado. Alguns consumidores comentaram sobre sentir mais o “tempero” adicionado, apesar do sal não ter mostrado efeito significativo (Tabela 13). Os comentários sinalizam que a adição pré-extrusão da combinação de ácido ascórbico e pimenta-do-reino podem ter sido melhor percebidas em função da maior adição de sal e também do óleo de girassol. Resultados semelhantes foram apresentados por Menis-Henrique *et al.*, (2020), sendo que os *snacks* sabor queijo tiveram seu odor e sabor mais percebidos em função da adição de óleo de girassol.

A Tabela 13 apresenta o único modelo significativo e que não apresentou falta de ajuste. Além disso, o R^2 foi muito baixo, motivo pelo qual os gráficos não são apresentados.

Tabela 12. Média $\pm$ Desvio-padrão (N= 50) para grau de gostar sensorial de *snacks* sabor *lemon pepper*.

Ensaio	OG (%)*	Sal (%)*	Glutamato (%)*	Grau de gostar				
				Aparência	Odor	Textura	Sabor	Global
1	5	0,3	0,25	6,4 $\pm$ 2,0	5,1 $\pm$ 1,5	7,3 $\pm$ 1,4	6,2 $\pm$ 1,7	6,3 $\pm$ 1,3
2	19	0,3	0,25	6,0 $\pm$ 2,2	5,4 $\pm$ 1,5	7,3 $\pm$ 1,4	5,8 $\pm$ 1,8	6,1 $\pm$ 1,4
3	5	1,1	0,25	6,4 $\pm$ 2,0	5,6 $\pm$ 1,5	7,3 $\pm$ 1,2	6,6 $\pm$ 1,8	6,5 $\pm$ 1,3
4	19	1,1	0,25	6,2 $\pm$ 2,1	5,6 $\pm$ 1,5	7,3 $\pm$ 1,4	7,0 $\pm$ 1,7	6,8 $\pm$ 1,4
5	5	0,3	0,95	6,3 $\pm$ 2,0	5,3 $\pm$ 1,5	7,4 $\pm$ 1,2	6,1 $\pm$ 1,7	6,3 $\pm$ 1,3
6	19	0,3	0,95	6,9 $\pm$ 1,8	5,4 $\pm$ 1,4	7,4 $\pm$ 1,2	6,4 $\pm$ 1,8	6,4 $\pm$ 1,5
7	5	1,1	0,95	7,3 $\pm$ 1,7	5,5 $\pm$ 1,6	7,2 $\pm$ 1,6	6,1 $\pm$ 1,9	6,3 $\pm$ 1,6
8	19	1,1	0,95	7,7 $\pm$ 1,3	5,6 $\pm$ 1,6	7,3 $\pm$ 1,6	6,7 $\pm$ 1,3	6,7 $\pm$ 1,4
9	0	0,7	0,60	6,2 $\pm$ 1,9	5,0 $\pm$ 1,6	7,0 $\pm$ 1,5	5,3 $\pm$ 2,1	5,7 $\pm$ 1,7
10	24	0,7	0,60	7,7 $\pm$ 1,3	5,4 $\pm$ 1,5	7,1 $\pm$ 1,6	6,1 $\pm$ 1,7	6,4 $\pm$ 1,6
11	12	0,0	0,60	6,3 $\pm$ 2,0	5,2 $\pm$ 1,5	6,9 $\pm$ 1,5	5,8 $\pm$ 1,9	5,9 $\pm$ 1,6
12	12	1,4	0,60	7,1 $\pm$ 1,9	5,6 $\pm$ 1,3	7,3 $\pm$ 1,3	6,6 $\pm$ 2,0	6,7 $\pm$ 1,5
13	12	0,7	0,00	7,2 $\pm$ 1,8	5,1 $\pm$ 1,5	7,0 $\pm$ 1,6	5,8 $\pm$ 1,8	6,1 $\pm$ 1,5
14	12	0,7	0,12	6,2 $\pm$ 2,1	5,2 $\pm$ 1,3	7,2 $\pm$ 1,5	5,8 $\pm$ 1,9	6,0 $\pm$ 1,7
15	12	0,7	0,60	6,4 $\pm$ 1,8	5,4 $\pm$ 1,2	7,2 $\pm$ 1,7	6,3 $\pm$ 1,7	6,4 $\pm$ 1,5
16	12	0,7	0,60	6,5 $\pm$ 2,1	5,4 $\pm$ 1,5	7,3 $\pm$ 1,5	6,4 $\pm$ 1,7	6,5 $\pm$ 1,5
17	12	0,7	0,60	6,3 $\pm$ 2,1	5,4 $\pm$ 1,3	7,1 $\pm$ 1,4	6,2 $\pm$ 1,7	6,4 $\pm$ 1,5

OG = óleo de girassol.

*% (m/m) referente a 100 g de extrusado.

Escala hedônica de nove pontos: 9 = Gostei extremamente; 8 = Gostei muitíssimo; 7 = Gostei moderadamente; 6 = Gostei levemente; 5 = Nem gostei nem desgostei; 4 = Desgostei levemente; 3 = Desgostei moderadamente; 2 = Desgostei muitíssimo; 1 = Desgostei extremamente. OG = óleo de girassol.

Tabela 13. Modelo pra variável dependente do *snack* sabor *lemon pepper*.

Variável dependente	Modelo	R ² ajustado	p- valor	Falta de ajuste
Grau de gostar global	$Y_{GGG} = 6,32 + 0,14X_1 + 0,19X_2$	43,7	0,015	0,078

X_1 : óleo de girassol; X_2 : teor de sal.

Assim como no *snack* sabor pizza, o ensaio 12 (1,4% de sal e 0,60% de glutamato monossódico) apresentou quantidade de sódio estimada de 544 mg, inferior ao limite estabelecido pela nova legislação, dispensando o uso da lupa “alto em sódio” (Brasil, 2020).

Ao observar os comentários encontrados nas fichas dos avaliadores, os ensaios com maiores teores de sódio, ensaios 3, 4, 7, 8 e 12 (432 mg, 382 mg, 510 mg, 451 mg e 544 mg de sódio em 100 g de *snack*) receberam comentários como “mais salgado”; “gosto muito bom”; “perfeito”, enquanto para os ensaios com menores quantidades, ensaios 1, 2, e 11 (140 mg, 124 mg e 66 mg de sódio em 100 g de *snacks*), comentários como “faltou sal”; “sem tempero”; “pouco sabor”, foram mais frequentes indicando que os avaliadores conseguiram perceber diferença relacionada a adição de sal entre os ensaios mesmo que estatisticamente não tenha mostrado efeito significativo.

A ausência de efeitos estatisticamente significativos dá a oportunidade para explorar diferentes concentrações de substâncias aromatizantes, uma vez que possibilita buscar por novas respostas para tornar viável a produção de *snacks* aromatizados pré-extrusão com concentrações distintas de substâncias aromatizantes e menores quantidades de sódio e lipídeo, mas que agrada a maior parte dos consumidores e mantenha qualidade sensorial.

6. CONCLUSÃO

É possível desenvolver *snacks* de milho com sabores pizza e *lemon pepper*, utilizando duas diferentes combinações de substâncias aromatizantes para expressar os sabores característicos, por meio da aromatização pré-extrusão. A adição das substâncias aromatizantes antes do processo de extrusão não afetou a maioria das características físicas dos extrusados pré-aromatizados quando comparado aos extrusados controle. Houve poucos efeitos do óleo de girassol, sal e glutamato nos *snacks* sabor pizza, sendo que o aumento no teor de óleo de girassol aumentou o grau de gostar da aparência e da textura e o aumento no teor de sal aumentou o grau de gostar do sabor. Já para os *snacks* sabor *lemon pepper* não houve efeito significativo de nenhuma das variáveis independentes. Apesar destes resultados, ambos os *snacks* apresentaram resultados satisfatórios para intensidade de odor e sabor. A intensidade ideal de odor característico de pizza mostrou-se dentro do ideal para a maioria dos ensaios, já a intensidade ideal de sabor característico apresentou um pouco acima do ideal para *snacks* sabor pizza. Para o *snack* sabor *lemon pepper*, houve comentários relacionados à picância nos *snacks* com menor ou ausência de adição de óleo de girassol. A intensidade ideal de odor característico de *lemon pepper* se manteve dentro do ideal para a maioria dos ensaios; já a intensidade ideal de sabor *lemon pepper* apresentou intensidades muito acima do ideal, o que pode ter sido influenciado pela picância mais evidente em alguns ensaios. Quanto à quantidade de sódio dos *snacks*, nenhum *snack* ultrapassou a quantidade sódio estabelecida pela legislação brasileira, dispensando o alerta da lupa na rotulagem frontal com "alto em sódio". Além disso, os rótulos para todos os *snacks* não necessitam de lupa para "alto em gordura saturada" e todos os ensaios apresentaram menos calorias comparado aos *snacks* tradicionais consumido pelos avaliadores. No mais, é necessário que mais estudos sejam realizados, utilizando diferentes substâncias aromatizantes pré-extrusão a fim de viabilizar a produção de *snacks* com menores quantidades de óleo e sal, mas que agrada a maior parte dos consumidores que prezam por produtos intensos em sabor sem perder suas qualidades sensoriais.

7 REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**: método oficial 925.10. 16. ed., v. 2. Gaithersburg: 1997.

ARÊAS, J. A. G. Interações moleculares do amido durante o processo de extrusão. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 30, n. 1, p.28-30, 1996.

BEYREUTHER, K.; BIESALSKI, H. K.; FERNSTROM, J. D.; GRIMM, P.; HOMMES, W. P.; HEINEMANN, U.; KEMPSKI, O.; STHEHLE, P.; STHEINHART, H.; WALKER, R. (2006). Consensus meeting: monosodium glutamate – an update. **European Journal of Clinical Nutrition**, 61(3), 304–313. 2007.

BHANDARI, B., D'ARCY B.; YOUNG, G. Flavour retention during high temperature short time extrusion cooking process: A review. **International Journal of Food Science and Technology**, 36(5), 453-461. 2001.

BOBOWSKI, N.; RENDAHL, A.; VICKERS, Z. A longitudinal comparison of two salt reduction strategies: Acceptability of a low sodium food depends on the consumer, **Food Quality and Preference**, Vol. 40, Part B, 2015. 270-278.

BOWER, J. A.; BOYD, R. (2003). Effect of health concern and consumption patterns on measures of sweetness by hedonic and just-about-right scales. **Journal of Sensory Studies**, 18, 235-248.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia Alimentar Para a População Brasileira. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. 2. Ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156p. Disponível em: <https://l1nk.dev/Z5X26>. Acesso em: maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Guia de Atividade Física para a População Brasileira / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção Primária à Saúde, Departamento de Promoção da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://acesse.one/RQZfo>. Acesso em: maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos não Transmissíveis no Brasil 2021-2030 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. – Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://l1nk.dev/Ri1bA>. Acesso em maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sobrepeso e obesidade como problemas de saúde pública. [Brasília]: Ministério da Saúde. 18 de outubro de 2022a. Disponível em: <https://l1nk.dev/NmLdt>. Acesso em: maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. O impacto da obesidade. [Brasília]: Ministério da Saúde. 07de junho de 2022b. Disponível em: <https://l1nk.dev/jKjN5>. Acesso em: maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Rotulagem Nutricional. [Brasília]: Ministério da Saúde. 07de novembro de 2022c. Disponível em: <https://l1nk.dev/gxxna>. Acesso em: maio 2024.

BRASIL, RDC nº 429, de 08 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 9 out. 2020.

BREDIE, W. L. P.; HASSELL, G. M.; GUY, R. C. E.; MOTTRAM, D. S. Aroma characteristics of extruded wheat flour and wheat starch containing added cysteine and reducing sugars. **Journal of Cereal Science**, 25(1), 57-63. 1997.

BREDIE, W. L. P.; HASSELL, G. M.; GUY, R. BERK, Z. Food Process Engineering and Technology. 2. ed., San Diego: **Academic Press**, 2013. 690 p.

CONTI-SILVA A. C.; BASTOS, D. H. M.; ARÊAS, J. A. G. The effects of extrusion conditions and the addition of volatile compounds and flavour enhancers to corn grits on the retention of the volatile compounds and texture of the extrudates. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 47, p. 1896-1902, 2012.

CONTI-SILVA, A. C.; SOUZA-BORGES, P. K. Sensory characteristics, brand and probiotic claim on the overall liking of commercial probiotic fermented milks: Which one is more relevant?. **Food Research International**, v. 116, p. 184-189, 2019.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Química de Alimentos de Fennema. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

DANTAS, R. R.; da SILVA, G. A. P.; O papel do ambiente obesogênico e dos estilos de vida parentais no comportamento alimentar infantil. **Rev. paul. pediatr.** 37 (3). Jul-Sep 2019. Disponível em: <https://acesse.dev/UjQAN>. Acesso em: maio 2024.

DERMIKI, M.; PHANPHERSOPHON, N.; MOTTRAM, D. S.; METHVEN, L. Contributions of non-volatile and volatile compounds to the umami taste and overall flavour of shiitake mushroom extracts and their application as flavour enhancers in cooked minced meat. **Food Chemistry**, 141, 77-83. 2013.

DIAS-FACETO, L. S.; CONTI-SILVA, A. C. (2022) Texture of extruded breakfast cereals: effects of adding milk on the texture properties and on the correlations between instrumental and sensory analyses. **J Texture Stud** 53:220–231.

DIAS-FACETO, L. S.; SALVADOR, A.; CONTI-SILVA, A. C. (2020) Acoustic settings combination as a sensory crispness indicator of dry crispy food. **J Texture Stud** 51:232–241.

DRAMANE, G.; AKPONA, S.; BESNARD, P.; KHAN, N. A. Cell mechanisms of gustatory lipids perception and modulation of the dietary fat preference. **Biochimie**, 107, 11–14.2014.

FAROUK, A.; PUDIL, F.; JANDA, V.; & POKORNÝ, J. Effect of amino acids on the composition and properties of extruded mixtures of wheat flour and glucose. **Nahrung**, 44(3), 188-192. 2000.

FELLOWS, P. J. Food processing technology: principles and practice (2nd ed., rev.). Boca Raton, FL: CRC Press. 2000.

FIBRIANTO, K.; SYAUQI, S. W. Comparative study on animal and vegetable fat as effective palate cleanser of spiciness. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 733. 012083. 2021.

FLATT, J. P. (1987). Dietary fat, carbohydrate balance, and weight maintenance: effects of exercise. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 45(1), 296–306.

FOOD STANDARDS AUSTRALIA NEW ZEALAND, 2003. MONOSODIUM GLUTAMATE - A Safety Assessment. Technical report series n° 20. June, 2003. Disponível em: <https://l1nq.com/5b2PL>. Acesso em: abril, 2024.

GARCÍA, M. L.; DOMINGUEZ, R.; GALVEZ, M.D.; CASAS, C.; SELGAS, M.D. Utilization of cereal and fruit fibers in low fat dry fermented sausages, **Meat Science**, Volume 60, Issue 3, 2002, Pages 227-236.

GERALDO, M. L.; CARVALHO, N. B.; ELIAS, L. A. da S.; CAMPOS, J. M.; SOUSA, K. R. de O. V.; DA SILVA, V. M. Avaliação do impacto da nova rotulagem na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 9, n. 6, p. 19012–19031, 2023. Disponível em: <https://encr.pw/Oh63a>. Acesso em maio 2024.

GUAZI, J. S.; Utilização de saliva artificial durante a análise instrumental da textura de snacks expandidos para avaliação da correlação com a análise sensorial. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas São José do Rio Preto, 2021.

HALIM, J.; BOUZARI, A.; FELDER, D.; GUINARD, JX. The Salt Flip: Sensory mitigation of salt (and sodium) reduction with monosodium glutamate (MSG) in "Better-for-You" foods. **J Food Sci.** 2020 Sep;85(9):2902-2914.

HARADA-PADERMO, S. S.; DIAS-FACETO, L. S.; SELANI, M. M.; CONTI-SILVA, A. C.; VIEIRA, T. M. F. S. Umami Ingredient, a newly developed flavor enhancer from shiitake byproducts, in low-sodium products: A study case of application in corn extruded snacks. **LWT-Food Science and Technology**, v. 138, p. 110806, 2021.

HARTLEY, I. E.; LIEM, D. G.; KEAST, R. S. Females' ability to discriminate MSG from NaCl influences perceived intensity but not liking of MSG added vegetable broths. **J Food Sci.** 2020 Nov;85(11):3934-3942.

HENRY-UNAEZE, H. N. (2017). Update on food safety of monosodium L-glutamate (MSG). **Pathophysiology**, 24(4), 243–249. 2017.

ILSI BRASIL - INTERNATIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE DO BRASIL. Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes - Sódio. 2009. Disponível em: <https://encr.pw/FzZAE>. Acesso em maio de 2024.

KNYAZEVA, A. S.; VOSTRIKOVA, N. L.; KULIKOVSKY, A. V.; UTYANOV, D. A. Method and metrological characteristics of measuring the mass fraction of monosodium glutamate in biological matrices. **Food Systems**, 5(3), 223-231. 2022.

KAUR, N., CHUGH, V. & GUPTA, A.K. Essential fatty acids as functional components of foods- a review. **J Food Sci Technol** 51, 2289–2303 (2014).

KENT, J.; Kent and Riegel's Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology. Vol.2. 11th ed. Pág 1183. Springer, 2007.

LEONARD, W.; ZHANG, P.; YING, D.; FANG, Z. Application of extrusion technology in plant food processing byproducts: An overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020;19:218–246.

LINDEMANN, B. Receptors and transduction in taste. **Nature**, 413, 219-225. 2001.

MALULY, H. D. B.; ARISSETO-BRAGOTTO, A. P.; REYES, F. G. R. Monosodium glutamate as a tool to reduce sodium in foodstuffs: Technological and safety aspects. **Food Science and Nutrition**, 5, 1039-1048. 2017.

MAJCHER, M. A.; JELÉN, H. H. Effect of cysteine and cystine addition on sensory profile and potent odorants of extruded potato snacks. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 3, 5754–5760. 2007.

MAJCHER, M. A.; LAWROWSKI, P.; JELÉN, H. H. Comparison of original and adulterated Oscypek cheese based on volatile and sensory profiles. *Acta Scientiarum Polonorum*, **Technologia Alimentaria**, 9(3), 265-275. 2010.

MASKAN, M.; ALTAN, A. Avanços na tecnologia de extrusão de alimentos. Boca Rotan: CRC Press. 2012.

MENG, X.; THREINEN, D.; HANSEN, M.; & DRIEDGER, D. (2010). Effects of extrusion conditions on system parameters and physical properties of a chickpea flour-based snack. **Food Research International**, 43(2), 650–658.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. (2007). Sensory evaluation techniques (4th ed.). CRC/Taylor & Francis.

MENIS, M. E. C. Efeito da extrusão na retenção de aroma e na estrutura de extrusados de grits de milho aromatizado. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade estadual Paulista. São José do Rio Preto. 2013.

MENIS, M. E. C.; MILANI, T. M. G.; JORDANO, A.; BOSCOLO, M.; CONTI-SILVA, A. C. Extrusion of flavored corn grits: Structural characteristics, volatile compounds retention and sensory acceptability. **Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie / Food Science + Technology**, v. 54, p. 434-439, 2013.

MENIS-HENRIQUE, M. E. C. Adição pré-extrusão de precursores de aroma para obtenção de snacks de grits de milho com reduzido teor lipídico e com potencial para produção industrial. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade estadual Paulista. São José do Rio Preto. 2017.

MENIS-HENRIQUE, M. E. C.; JANZANTTI, N. S.; ANDRIOT, I.; SEMON, E.; BERDEAUX, O.; SCHLICH, P.; CONTI-SILVA, A. C. Cheese-flavored expanded snacks with low lipid content: Oil effects on the in vitro release of butyric acid and on the duration of the dominant sensations of the products. **LWT-Food Science and Technology**, v. 105, p. 30-36, 2019.

MENIS-HENRIQUE, M. E. C., JANZANTTI, N. S.; MONTEIRO, M.; CONTI-SILVA, A. C. Physical and sensory characteristics of cheese-flavored expanded snacks obtained using butyric acid and cysteine as aroma precursors: Effects of extrusion temperature and sunflower oil content. **LWT-Food Science and Technology**, v. 122, p. 109001, 2020.

MILANI, T. M. G. Estudo da aromatização pré-extrusão e das condições de extrusão sobre as características físicas e retenção de aroma em proteína isolada de soja, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade estadual Paulista. São José do Rio Preto. 2013.

MILANI, T. M. G.; MENIS, M. E. C.; JORDANO, A.; BOSCOLO, M.; CONTI-SILVA, A. C. Pre-extrusion aromatization of a soy protein isolate using volatile compounds and flavor enhancers: Effects on physical characteristics, volatile retention and sensory characteristics of extrudates. **Food Research International**, v. 62, p. 375-381, 2014.

MILK, L. H.; MILANI, T. M. G.; CONTI-SILVA, A. C. An exploratory study of pre-extrusion flavouring: investigation with vitamins, amino acids, essential oils, natural aromas and seasonings. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 43, n. 1, p. e49956, 2020.

MOJET, J.; HEIDEMA, J.; CHRIST-HAZELHOF, E. Effect of concentration on taste-taste interactions in foods for elderly and young subjects. **Chemical Senses**, 29, 671-681. 2004.

MORZELLE, M. C.; WATKINS, B. A.; LI, Y.; HENNING, B.; TOBOREK, M. Dietary Lipids and Health. In Bailey's Industrial Oil and Fat Products, F. Shahidi (Ed.) (2020).

MOUBARAC, J.-C., MARTINS, A. P. B., CLARO, R. M., LEVY, R. B., CANNON, G., & MONTEIRO, C. A. Consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health. Evidence from Canada. **Public Health Nutrition**, 16(12), 2240–2248. 2012.

MOZAFFARIAN, D.; FAHIMI, S.; SINGH, G. M.; MICHA, R.; KHATIBZADEH, S.; ENGELL, R. E.; LIM, S.; DANAEI, G.; EZZATI, M.; POWLES, J; Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group. Global sodium consumption and death from cardiovascular causes. **N Engl J Med** 371;7. 2014.

NELSON, D. L.; COX, M. M., Nelson & Cox. Princípios de Bioquímica de Lehninger, 6ª edição, p.357-370, Artmed, 2014.

NGUYEN, H; WISMER, W. V. A comparison of sensory attribute profiles and liking between regular and sodium-reduced food products, **Food Research International**, v. 123. p.631-641, 2019.

ORDOÑEZ, J. A. Tecnologia de Alimentos. v. 1. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294 p.

PANZARINI, A. C.; MENIS-HENRIQUE, M. E. C.; CONTI-SILVA, A. C. Effect of salt and monosodium glutamate on the sensory characteristics of low-sodium cheese-flavoured corn grits expanded snacks. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, p. e14936, 2020.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. Avaliação da qualidade de carnes: Fundamentos e metodologias. 2ª ed: Editora UFV, 2017. 473 p.

REIFSTECK, B. M.; JEON, I. J. Retention of volatile flavors in confections by extrusion processing. **Food Reviews International**, New York, v. 16, n. 4, p. 435-452, 2000.

ROCHA, R. A. R.; RIBEIRO, M. N.; SILVA, G. A.; ROCHA, L. C. R.; PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; CARNEIRO, J. D. S. Temporal profile of flavor enhancers MAG, MSG, GMP, and IMP, and their ability to enhance salty taste, in different reductions of sodium chloride. **J Food Sci.** 2020 May;85(5):1565-1575

SANTANA, M. C. A.; RODRIGUES; J. H. F., CAVALI, J.; de ARAGÃO BULCÃO, L. F. (2017). Lipídeos: classificação e principais funções fisiológicas. REDVET. **Revista Electrónica de Veterinária**, 18(8), 1-14. Disponível em: <<https://l1nq.com/8jmCk>>. acesso em: abril 2024.

SANO, C. (2009). História da produção de glutamato. **O Jornal Americano de Nutrição Clínica**, 90(3), 728S–732S.

SWINBURN, B.; EGGER, G.; RAZA, F. Dissecting obesogenic environments: the development and application of a framework for identifying and prioritizing environmental interventions for obesity. **Prev Med.** 1999;29:563-70.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.2. São Paulo, 2023. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>. Acesso em: abril 2024.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.. - Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011.

VERNAZA, M. G.; CHANG, Y. K.; STEEL, C. J. Efeito do teor de farelo de maracujá e da umidade e temperatura de extrusão no desenvolvimento de cereal matinal funcional orgânico. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 145-154, 2009.

YAMAGUCHI, S. Basic properties of umami and effects on humans. **Physiology & Behavior**, 49, 833-841. 1991.

YAMAGUCHI, S.; TAKAHASHI, C. Interactions of monosodium glutamate and sodium chloride on saltiness and palatability of a clear soup. **Journal of Food Science**, 49, 82-85. 1984.

YULIANI, S.; BHANDARI, B.; RUTGERS, R.; D'ARCY B. Application o microencapsulated flavor to extrusion product. **Food Reviews International**, 20(2), 163-185. 2004.

YULIANI, S.; TORLEY, P. J.; BHANDARI, B. Physical and processing characteristics of extrudates made from starch and d-limonene mixtures. **International Journal of Food Properties**, 12(3), 482-495. 2009

YULIANI, S.; TORLEY, P. J.; D'ARCY B.; NICHOLSON, T.; BHANDARI, B. Extrusion of mixtures of starch and d-limonene encapsulated with β -cyclodextrin: Flavour retention and physical properties. **Food Research International**, 39(3), 318-331. 2006a.

YULIANI, S.; TORLEY, P. J.; D'ARCY B.; NICHOLSON, T.; BHANDARI, B. Effect of extrusion parameters on flavour retention, functional and physical properties of mixtures of starch and d-limonene encapsulated in milk protein. **International Journal of Food Science and Technology**, 41(s2), 83-94. 2006.

APÊNDICE A- Pré-testes realizados para selecionar a quantidade de substâncias utilizadas como aromatizante dos *snacks*

Pré-teste utilizando ácido ascórbico e leucina

Foi realizado o primeiro pré-teste com ácido ascórbico, leucina e a combinação das duas substâncias nas proporções de 1,2%, 1,8% e 2,4% (m/m) cada. Logo após a extrusão, por meio de um teste sensorial informal entre a equipe de pesquisa, sem a adição de óleo de girassol, sal e glutamato monossódico, foi possível notar que os extrusados contendo ácido ascórbico apresentaram acidez em todas as quantidades, sendo que maiores porcentagens de ácido ascórbico adicionado resultaram em maiores intensidades de acidez nos extrusados. Os extrusados com adição de leucina não apresentaram a característica "ligeiramente picante" como apresentado por Milk, Milani e Conti-Silva (2021). Após a adição de óleo de girassol, sal e glutamato monossódico, os extrusados passaram por uma nova análise sensorial informal. Novamente, os membros do grupo de pesquisa não conseguiram associar as combinações de substâncias ao sabor *lemon pepper*, pois só foi possível perceber a acidez evidenciada pelo ácido ascórbico. Em relação à razão de expansão dos extrusados, todos apresentaram menor razão de expansão em relação ao controle (Tabela 1).

Tabela 1: Razão de expansão (n = 10; média $\pm$ desvio-padrão) dos extrusados com adição de ácido ascórbico e leucina pré-extrusão.

Tratamento	Razão expansão
Controle	4,4 $\pm$ 0,2
Leucina 1,2%	3,5* $\pm$ 0,2
Leucina 1,8%	3,3* $\pm$ 0,1
Leucina 2,4%	2,8* $\pm$ 0,1
Ác. Ascórbico 1,2%	3,9* $\pm$ 0,3
Ác. Ascórbico 1,8%	4,1* $\pm$ 0,1
Ác. Ascórbico 2,4%	3,7* $\pm$ 0,3
Combinação 1,2%	2,8* $\pm$ 0,1
Combinação 1,8%	3,0* $\pm$ 0,2
Combinação 2,4%	2,6* $\pm$ 0,2

*Diferente da amostra controle de acordo com o teste t de *Student* ($p \leq 0,05$).

Pré-teste utilizando ácido ascórbico e páprica picante

O segundo pré-teste contendo apenas páprica picante (1,2%, 1,8% e 2,4%; m/m) não evidenciou em nenhuma característica picante, o mesmo observou-se na combinação do ácido ascórbico + páprica picante 1,2%, 1,8% e 2,4% (m/m) foi possível perceber apenas a acidez proporcionada pelo ácido ascórbico.

Quando comparada a razão de expansão dos extrusados contendo páprica picante e sua combinação (ácido ascórbico + páprica picante) com o controle, a maioria apresentou razão de expansão diferente, apenas páprica 1,8% e a combinação 1,8% se mostraram estatisticamente iguais ao controle (Tabela 2).

Tabela 2: Razão de expansão (n = 10; média $\pm$ desvio-padrão) dos extrusados com adição de ácido ascórbico e páprica picante pré-extrusão.

Tratamento	Razão expansão
Controle	3,3 $\pm$ 0,1
Páprica 1,2%	3,5* $\pm$ 0,1
Páprica 1,8%	3,5 $\pm$ 0,2
Páprica 2,4%	3,6* $\pm$ 0,2
Combinação 1,2%	3,7* $\pm$ 0,1
Combinação 1,8%	3,4 $\pm$ 0,1
Combinação 2,4%	3,9* $\pm$ 0,2

*Diferente da amostra controle de acordo com o teste t de *Student* ($p \leq 0,05$).

Pré-teste utilizando aroma artificial de muçarela e aroma natural de orégano

Um outro pré-teste foi realizado utilizando a combinação de aroma artificial de queijo muçarela e aroma natural de orégano nas mesmas concentrações anteriormente apresentadas (1,2%, 1,8% e 2,4%; m/m). Durante o processo de extrusão, um odor muito agradável de orégano tomou conta do ambiente. Após o processo, foi realizado o corte e a finalização da aromatização, adicionando óleo de girassol, sal e glutamato monossódico, seguindo o ponto central do delineamento experimental.

Os extrusados passaram por uma análise sensorial informal feita pelo próprio grupo de pesquisa e todos conseguiram perceber o sabor pizza em todas as concentrações de substâncias. A menor concentração (1,2%; m / m) foi a selecionada para dar continuidade ao trabalho.

Em relação a razão de expansão dos extrusados, todos se mostraram estatisticamente diferentes do controle (Tabela 3).

Tabela 3: Razão de expansão (n = 10; média $\pm$ desvio-padrão) dos extrusados com adição de aroma artificial de muçarela e aroma natural de orégano pré-extrusão.

Tratamento	Razão expansão
Controle	3,3 $\pm$ 0,1
Combinação 1,2%	3,8* $\pm$ 0,2
Combinação 1,8%	3,8* $\pm$ 0,1
Combinação 2,4%	3,6* $\pm$ 0,1

*Diferente da amostra controle de acordo com o teste t de *Student* ($p \leq 0,05$).

CONCLUSÕES

Por meio da análise sensorial informal realizada pelos membros do grupo de pesquisa, foi possível constatar que o ácido ascórbico apresenta a acidez desejada para o *snack* sabor *lemon pepper* mesmo na menor porcentagem de precursor de aroma adicionado ao grits, no entanto, não foi possível perceber o sabor picante mesmo utilizando leucina e páprica picante, por isso optou-se por excluir estas duas substâncias do projeto e realizar posteriormente um novo teste utilizando pimenta-do-reino *in natura* e ácido ascórbico para avaliar se a combinação das duas substâncias expressam a acidez e a picância, principais características do sabor *lemon pepper*. Com relação ao *snack* sabor *pizza* a combinação de aroma artificial de muçarela e aroma natural de orégano 1,2% (m/m) se mostrou mais harmônica na análise sensorial informal, sendo a selecionada para passar pelo delineamento experimental e compor as demais etapas da pesquisa. Quanto aos resultados parciais sobre a razão de expansão dos extrusados obtidos utilizando ácido ascórbico, leucina, páprica picante, aroma artificial de muçarela e aroma natural de orégano e suas combinações mostram que o processo de aromatização pré-extrusão pode afetar a capacidade de expansão dos extrusados podendo relacionar-se a presença de outros componentes adicionados à matéria-prima.

APÊNDICE B- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José do Rio Preto

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012/Resolução 510/2016)

Você está sendo convidado a participar como voluntário do projeto de pesquisa "Combinação de precursores de aroma para desenvolvimento de *snacks* de milho com sabores *lemon pepper* e *pizza* e com baixo conteúdo de lipídeo e sódio" sob responsabilidade da pesquisadora Fernanda Barbosa do Nascimento. O estudo será realizado com *snacks* de milho sabor *lemon pepper* ou *pizza*, com diferentes quantidades de óleo de girassol, sal e glutamato monossódico. Você deverá avaliar sensorialmente os *snacks* quanto às intensidades de odor e sabor de *lemon pepper* ou *pizza*, assim como a aceitação sensorial dos produtos utilizando duas escalas. Haverá um risco mínimo para sua saúde caracterizado por fadiga sensorial devido à quantidade de amostras a serem avaliadas; para evitar que isso aconteça, será solicitado que você compareça ao laboratório três vezes para concluir a análise. Além disso, os produtos foram produzidos utilizando-se as Boas Práticas de Fabricação/Manipulação. Serão excluídos das análises indivíduos menores de 18 anos e quaisquer indivíduos que possuam patologias associadas aos ingredientes dos alimentos testados (milho, ácido ascórbico, pimenta do reino preta moída *in natura*, aroma artificial de muçarela, aroma natural de orégano, óleo de girassol, sal e glutamato monossódico). Você poderá consultar a pesquisadora responsável em qualquer época, pessoalmente ou pelo telefone da instituição, para esclarecimento de qualquer dúvida. Você está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo, e estes últimos só serão utilizados para divulgação em reuniões e revistas científicas. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato de estes poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa, nem custos pessoais. Você tem direito à assistência e à indenização nos casos de danos decorrentes de sua participação na pesquisa, o que é garantido pelo Código Civil, Lei 10.406 de 2002, Artigos 927 a 954 e Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 9º, inciso 6. No caso de eventual problema de saúde (efeito adverso) decorrente de sua participação nos testes sensoriais, você será encaminhado para acompanhamento e assistência integral. Este estudo é importante porque seus resultados fornecerão informações para melhorar a qualidade nutricional dos *snacks* de milho obtidos por meio do processo de extrusão termoplástica.

Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto, forneça os dados solicitados e coloque sua assinatura a seguir.

Nome: _____ R.G. _____

Endereço: _____ Fone: _____

São José do Rio Preto, _____ de _____ de 20 _____

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador(a) responsável



OBS.: Termo apresenta duas vias, uma destinada ao participante e a outra ao pesquisador.

Nome Pesquisadora: Fernanda Barbosa do Nascimento	Cargo/Função: Mestranda
Instituição: Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos/Ibilce/Unesp	
Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265 – Jd. Nazareth – São José do Rio Preto/SP	
Telefone: (17) 3221.2565	
Projeto submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do IBILCE/UNESP - Rua Cristóvão Colombo, 2265.	
Bairro: Jardim Nazareth. São José do Rio Preto/SP – Fone 17-3221.2480 e 3221.2545	

ANEXO A- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

UNESP - INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS/ CAMPUS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO/IBILCE	
---	---

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Combinação de precursores de aroma para desenvolvimento de snacks de milho com sabores lemon pepper e pizza e com baixo conteúdo de lipídeo e sódio

Pesquisador: FERNANDA BARBOSA DO NASCIMENTO

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 66481422.5.0000.5466

Instituição Proponente: Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas/ Campus de São José do

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.581.329

Apresentação do Projeto:

Trata-se de emenda ao projeto intitulado "Combinação de precursores de aroma para desenvolvimento de snacks de milho com sabores lemon pepper e pizza e com baixo conteúdo de lipídeo e sódio" sob responsabilidade da pesquisadora Fernanda Barbosa do Nascimento. A pesquisadora solicita autorização para realizar parte da análise sensorial no Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP, a fim de compor o número mínimo de participantes exigidos para o estudo. Foi inserido na Plataforma Brasil a justificativa da emenda e a anuência da instituição assinada pela Profa. Dra. Lara Borghi Virgolin, Coordenadora do Curso de Nutrição e Tecnologia em Gastronomia do Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP, e responsável pela área de Análise Sensorial.

Objetivo da Pesquisa:

Nada a declarar.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Nada a declarar.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Nada a declarar.

Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265 - Prédio principal, Ala 1, 1º andar, sala 9.	
Bairro: JARDIM NAZARETH	CEP: 15.054-000
UF: SP	Município: SAO JOSE DO RIO PRETO
Telefone: (17)3221-2480	E-mail: cep.ibilce@unesp.br

**UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS LETRAS E
CIÊNCIAS EXATAS/ CAMPUS
DE SÃO JOSÉ DO RIO
PRETO/IBILCE**



Continuação do Parecer: 6.581.329

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Nada a declarar.

Recomendações:

Nada a declarar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nada a declarar.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Comitê de Ética em Pesquisa, em reunião ordinária de 14 de dezembro de 2023, deliberou, por unanimidade, pela aprovação da emenda ao Projeto de Pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_223699_7_E1.pdf	21/11/2023 17:29:14		Aceito
Outros	Justificativa.pdf	21/11/2023 17:24:42	FERNANDA BARBOSA DO NASCIMENTO	Aceito
Outros	Anuencia.pdf	21/11/2023 17:06:48	FERNANDA BARBOSA DO NASCIMENTO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	19/05/2023 16:43:34	FERNANDA BARBOSA DO NASCIMENTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	28/03/2023 13:19:24	FERNANDA BARBOSA DO NASCIMENTO	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	06/01/2023 13:44:55	FERNANDA BARBOSA DO NASCIMENTO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265 - Prédio principal, Ala 1, 1º andar, sala 9.
Bairro: JARDIM NAZARETH CEP: 15.054-000
UF: SP Município: SÃO JOSÉ DO RIO PRETO
Telefone: (17)3221-2480 E-mail: cep.ibilce@unesp.br

UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS LETRAS E
CIÊNCIAS EXATAS/ CAMPUS
DE SÃO JOSÉ DO RIO
PRETO/IBILCE



Continuação do Parecer: 6.581.329

Não

SAO JOSE DO RIO PRETO, 14 de Dezembro de 2023

Assinado por:
Claudia Regina Bonini Domingos
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265 - Prédio principal, Ala 1, 1º andar, sala 9.
Bairro: JARDIM NAZARETH CEP: 15.054-000
UF: SP Município: SAO JOSE DO RIO PRETO
Telefone: (17)3221-2480 E-mail: cep.ibilce@unesp.br