

Rio de Janeiro

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Mestrado
Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Flavio Roberto da Silva Jandorno

DESENVOLVIMENTO DE BROWNIE
ENRIQUECIDO COM CÚRCUMA
LONGA E CAPSICUM BACCATUM

Rio de Janeiro
2019

Flavio Roberto da Silva Jandorno

**DESENVOLVIMENTO DE *BROWNIE* ENRIQUECIDO COM *CÚRCUMA LONGA* E
*CAPSICUM BACCATUM***

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadoras: DSc. Luciana Nogueira
DSc. Renata Santana Lorenzo Raices

Rio de Janeiro – RJ
2019

Ficha catalográfica elaborada por
Anderson Morais Chalaça
CRB7 5661

J33 Jandorno, Flavio Roberto da Silva.
Desenvolvimento de brownie enriquecido com cúrcuma longa e
capsicum baccatum. / Flavio Roberto da Silva Jandorno. – Rio de
Janeiro, 2019.
57 f.; 21 cm.

Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia
em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio de Janeiro, 2019.

Orientadora: Prof. Dr. Luciana Nogueira.
Co-orientadora: Prof. Dr. Renata Santana Lorenzo Raices.

1. Alimentos - análise. 2. Açafraão-da-terra. 3. Pimenta. I.
Nogueira, Luciana. II. Raices, Renata Santana Lorenzo. III. Título.

IFRJ/CMAR/CoBib

CDU 664

Dedico esse trabalho a minha mãe, minhas filhas, minha namorada e companheira e a toda minha família que, com muito carinho, paciência e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida e conseguisse concluí-la com êxito. Dedico também este trabalho ao meu pai, meu irmão e meus avós “*In Memoriam*” na certeza que, onde estiverem, estão todos me acompanhando.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me mantido no percurso correto durante todo o período até a conclusão deste projeto de pesquisa com saúde, forças e resiliência para chegar até o final da jornada.

Agradeço a minha mãe que esteve sempre ao meu lado ao longo do caminho me dando suporte para continuar no rumo desejado e ao meu pai que mesmo de longe, creio manter-se vigilante por mim e por terem me proporcionado o presente da minha educação.

Agradeço às minhas filhas, que, mesmo sem compreender o porquê, entenderam as minhas ausências e falta de tempo ao longo desse projeto.

Sou extremamente grato à minha namorada e companheira incansável e paciente dos últimos quase cinco anos, pessoa que foi a grande incentivadora para que eu desse o primeiro passo e me lançasse nesse projeto e que sempre esteve ao meu lado e se manteve tenaz durante o meu percurso acadêmico.

Estendo os agradecimentos a este Instituto, seu corpo docente, sua direção e administração que tornaram possível às oportunidades vividas ao longo desta etapa da minha formação e mantiveram aberta a janela que hoje vislumbro um horizonte superior.

Agradeço às professoras Luciana Nogueira e Renata Raices pelas suas orientações, apoio e confiança depositados, ao professor Adriano Gomes da Cruz, bem como agradeço a todos os demais professores que foram parte da minha formação ao longo dessa jornada, por me proporcionarem o conhecimento, pela maneira que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça a todos esses professores dedicados aos quais mesmo sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Também tomam parte nesses agradecimentos meus colegas de turma que me acolheram e pelo convívio que tornaram a jornada mais leve e agradável, sempre dando forças quando os obstáculos surgiam.

Quero aproveitar a oportunidade para agradecer todos os meus alunos que mesmo sem terem noção da sua importância nesse processo de formação, não sabem o quanto sempre me empurram e me levam na busca incansável por me tornar um professor e um profissional melhor.

*La découverte d'un mets nouveau fait plus pour le genre humain que la découverte
d'une étoile.*

Jean Anthelme Brillat-Savarin

JANDORNO, Flavio Roberto da Silva. Desenvolvimento de *brownie* enriquecido com *cúrcuma longa* e *capsicum baccatum*. 58p. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2019

RESUMO

A elaboração de um produto de sabor doce sem utilização de açúcar, mas com palatabilidade aceitável, com alegação funcional e rico em compostos bioativos é sempre um grande desafio. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi elaborar um *brownie* com farinha de amêndoas, cúrcuma, eritritol e com teores variáveis de pimenta e avaliar sua aceitabilidade por análise sensorial e o teor de compostos voláteis nos produtos. As formulações foram preparadas tendo dois grupos controles (GC1AC e GC20P) e quatro formulações teste, nas quais variou-se as concentrações de pimenta (FT1P2, FT2P4, FT3P6, FT4P8). A análise sensorial foi feita pelo método afetivo e a identificação dos os compostos voláteis por microextração em fase sólida (MEFS), seguida de análise por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (CG-EM). Foi realizado análise de variância para análise da significância estatística dos resultados obtidos, utilizando-se o Teste de Tukey e considerando significativo o valor de $p < 0,05$. Os resultados da análise sensorial evidenciaram que os produtos que continham pimenta foram melhor avaliados no quesito sabor (6.8 ± 1.07 (FT1P2), 6.9 ± 1.73 (FT2P4) e 6.3 ± 1.00 (FT3P6)), aroma (7.5 ± 1.68 (FT1P2), 7.3 ± 1.75 (FT2P4), 7.8 ± 1.61 (FT3P6) e 7.9 ± 1.81 (FT4P8)) e textura (6.6 ± 1.81 (FT1P2), 6.8 ± 1.87 (FT2P4) e 6.9 ± 1.92 (FT3P6)) e não apresentaram diferença significativa no quesito aparência. Na aceitação global, foi possível verificar que os produtos com menores concentrações de pimenta foram mais bem aceitos (7.2 ± 1.65 FT1P2, 7.6 ± 1.44 FT2P4). Foram identificados 101 compostos voláteis sendo, 3 ácidos, 11 cetonas, 9 aldeídos, 2 aminas, 16 álcoois, 25 terpenos, 21 hidrocarbonetos, 1 éter, 9 ésteres e 4 identificados como outras classes químicas. Os voláteis mais relevantes encontrados nas formulas teste foram Benzaldeído, Limoneno, Ar tumerone, α -Curcumeno. Limoneno, Benzaldeído, Ar tumerone apresentam-se em maiores percentuais de área nas formulações mais aceitas, e o Limoneno e o Benzaldeído são os responsáveis por contribuir com aromas cítricos, frutados, amendoado e adocicado. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o produto desenvolvido possuiu muito boa aceitação, com potencial, portanto, para comercialização como alternativa ao produto tradicional.

Palavras chave: açafrão-da-terra; pimenta; eritritol; compostos voláteis; análise sensorial.

Comentado [LNN1]: COLOCAR DA MESMA FORMA QUE A DISSERTAÇÃO DO SUCHÁ

JANDORNO, Flavio Roberto da Silva. Development of *brownie* enriched with turmeric and *capsicum baccatum*. 58p. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2019

ABSTRACT

Crafting a food product with a sweet taste profile without adding sugar, but with good palatability, functional claims and filled with bioactive compounds is always a great challenge. Thus, the purpose of this research was to craft a brownie made with almond flour, turmeric, erythritol and with variable tenors of red pepper, evaluate its acceptability using sensory analysis and evaluate the presence of volatile compounds in the different formulations. Those formulations were prepared crafting two control groups (GC1AC e GC20P) and four test formulations, where the pepper concentration varied (FT1P2, FT2P4, FT3P6, FT4P8). The sensory analysis was done using the affective method and the identification of volatile compounds by solid-phase microextraction (SPME), followed by gas chromatography-mass spectrometry analysis (GC-MS). The analysis of variance was performed using the Tukey test, considering significant the value of $p < 0.05$. The sensory analysis results evidenced that those samples that contained red pepper were better evaluated in terms of flavor (6.8 ± 1.07 (FT1P2), 6.9 ± 1.73 (FT2P4) and 6.3 ± 1.00 (FT3P6)), scent (7.5 ± 1.68 (FT1P2), 7.3 ± 1.75 (FT2P4), 7.8 ± 1.61 (FT3P6) and 7.9 ± 1.81 (FT4P8)) and texture (6.6 ± 1.81 (FT1P2), 6.8 ± 1.87 (FT2P4) and 6.9 ± 1.92 (FT3P6)), but didn't show significant difference in terms of appearance. In global acceptance, it was also possible to verify that the products with lower concentrations of red pepper were better accepted (7.2 ± 1.65 FT1P2, 7.6 ± 1.44 FT2P4). 101 volatile compounds were identified being, 3 acids, 11 ketones, 9 aldehydes, 2 amines, 16 alcohols, 25 terpenes, 21 hydrocarbons, 1 ether, 9 esters and 4 identified as other chemical classes. The most relevant volatile compounds found in the test formulations were Benzaldehyde, Limonene, Ar-tumerone, α -Curcumene. Limonene, Benzaldehyde, Ar-tumerone are present in larger percentages of area in the most accepted formulations, and the Limonene and the Benzaldehyde are responsible to add to citrus, fruity, almond and sweet scents. According to the results obtained, it can be concluded that the developed product had very good acceptance, with potential, therefore, for commercialization as an alternative to the traditional product.

Key words: turmeric, red pepper, erythritol, volatile compounds, sensory analysis.

Comentado [LNN2]: Colocar da mesma forma que a dissertação do suchá

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Estrutura química da curcumina.....	19
Figura 2: Insumos das formulações controles.....	30
Figura 3: Cromatograma do grupo GC1AC= <i>brownie</i> sem pimenta e com açúcar.....	40
Figura 4: Cromatograma do grupo GC20P= <i>brownie</i> com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e sem pimenta.....	40
Figura 5: Cromatograma do grupo FT1P2= <i>brownie</i> teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 2g de pimenta.....	41
Figura 6: Cromatograma do grupo FT2P4= <i>brownie</i> teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 4g de pimenta.....	41
Figura 7: Cromatograma do grupo FT3P6= <i>brownie</i> teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 6g de pimenta.....	42
Figura 8: Cromatograma do grupo FT4P8= <i>brownie</i> teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 8g de pimenta.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Análise sensorial dos <i>Brownies</i>	36
Gráfico 2: Comparação entre aceitação, sabor e aroma dos <i>Brownies</i>	37
Gráfico 3: Comparação entre sabor e textura dos <i>Brownies</i>	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ingredientes das formulações dos <i>brownies</i>	30
Tabela 2: Temperatura de forno e tempo de forneamento dos <i>brownies</i>	31
Tabela 3: Análise sensorial de brownies.....	36
Tabela 4: Estimativa do valor calórico dos <i>brownies</i>	39
Tabela 5: Identificação dos compostos voláteis.....	45
Tabela 6: Percentuais de área de superfície das formulações analisadas.....	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	17
2.1 CURCUMINA	17
2.1.1 Propriedades	17
2.1.1.1 Anti-inflamatório	18
2.1.1.2 Antioxidante	18
2.1.1.3 Anticancerígena	19
2.1.1.4 Segurança	19
2.2 CAPSAICINA	20
2.2.1 Propriedades	21
2.2.1.1 Ação na adipogênese	21
2.2.1.2 Ação na saciedade	21
2.2.1.3 Ação termogênica	22
2.2.1.4 Ação regulatória de insulina	22
2.2.1.5 Segurança	22
3.1 FRUTOOLIGOSACARÍDEOS (FOS)	23
3.1.1 Prebióticos	23
3.1.2 Propriedades	24
3.1.3 Efeitos	24
3.1.4 Aplicação	24
4.1 ERITRITOL	24
4.1.1 Características	24
4.1.2 Aplicações	25
5 OBJETIVO	26
5.1 OBJETIVO GERAL	26
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
6 JUSTIFICATIVA	27
7 METODOLOGIA	28
7.1 MATÉRIA-PRIMA	28
7.2 FORMULAÇÃO TESTE	29
7.3 VALOR ENERGÉTICO DO <i>BROWNIE</i>	31
7.4 EMBALAGEM E ARMAZENAGEM	31
7.4 ANÁLISE SENSORIAL	32

	13
7.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	32
7.6 ANÁLISE DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS	32
8 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
9 CONCLUSÃO	51
10 TRABALHOS FUTUROS	52
11 REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados de 2009 do Ministério da Saúde mais de 69% da população brasileira consumia açúcar de forma inadequada, acima do recomendado, com maior incidência de consumo entre jovens. A média de consumo era 3,56 vezes maior do que o recomendado para um adulto que é de até 26,25g/dia, porém o consumo real era em média de 93,5g/dia (IBGE,2010).

Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), que colocavam o Brasil como quarto maior consumidor mundial de sacarose em toneladas (IDEC, 2014), o que confirma que a dieta do brasileiro apresenta um viés voltado para o paladar doce e, em consequência um alto consumo de doces e sobremesas (IBGE,2010).

Em contrapartida, o mercado consumidor brasileiro geral, vem crescendo apoiado por melhoria da educação e facilidade de informação, motivando a busca por alternativas de consumo de produtos mais saudáveis, ocasionando um crescimento exponencial do setor de alimentos saudáveis. Segundo pesquisa realizada pela agência Euromonitor International, divulgada em fevereiro de 2017, a venda mundial de produtos naturais cresceu cerca de 12,3% ao ano, entre 2012 e 2016. Por consequência, a indústria brasileira de alimentos e bebidas saudáveis teve um faturamento de R\$ 93,6 bilhões, em 2016, colocando o Brasil em quinto lugar no ranking dos principais países que atuam no setor. Os consumidores brasileiros, mesmo com seu paladar historicamente preferencial ao doce, têm buscado opções com menos ingredientes prejudiciais à saúde, como o açúcar refinado, e a busca pelos alimentos classificados como funcionais também tem aumentado nos últimos anos (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2017).

É crescente o interesse mundial por alimentos compostos por ingredientes naturais e com menos açúcar. A Euromonitor International publicou recente pesquisa onde apresentou as oito megatendências em alimentos embalados que foram mais influentes em 2018. Essas megatendências, que compartilham impulsionadores em comum, podem vir a transformar categorias de produtos e ao mesmo tempo em que conferem relevância para empresas que consigam obter sucesso por meio dessas novas ideias. Destas oito megatendências, *Healthy Living* destaca-se por ter o maior impacto e relevância para a indústria de alimentos. A tendência *Healthy Living* pode ser desdobrada em duas tendências menores: o retorno ao consumo de alimentos naturais e não ultra processados bem como os naturalmente funcionais. O alimento "Naturalmente Funcional" é relacionado a uma tendência da maior busca pela saúde

intestinal, que está ligada à saúde e ao desempenho mental. O desaque desta tendência concentra-se em 1) Alimentos fermentados, 2) Grãos e probióticos e 3) Gorduras (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2018).

O termo alimento funcional foi inicialmente utilizado no Japão, na década de 80, associado a relação da ingestão de alimentos com a longevidade da população. Também conhecidos como *designer foods*, alimentos terapêuticos, suplementos alimentares, alimentos para uso saudável, os alimentos funcionais são definidos, como alimentos processados ou não, usados em uma dieta tradicional, porém com benefícios fisiológicos (COSTA; ROSA, 2016 e STRINGHETA, 2007).

Segundo a Resolução Nº 19, de 30 de abril de 1999, a alegação de propriedade funcional: “é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano” (BRASIL, 1999b).

A cúrcuma (*Cúrcuma longa*) presente na raiz da planta da família *Zingiberaceae*, apresenta variada atividade e uso na medicina popular, entre as principais: antiparasitária, antiespasmódica, antibacteriana, antioxidante, anti-inflamatória, antidepressiva e anticancerígena. Pode ser empregada também como hepatoprotetora (inibição da ativação de compostos tóxicos com doses diárias de 30mg), antitrombótica (inibindo a agregação plaquetária, podendo aumentar o risco de hematomas e sangramento nos casos de distúrbios hemorrágicos) e antilípida (a administração do extrato etanólico de cúrcuma produz um decréscimo de colesterol e lipídios totais) (PERES *et al.*, 2015; SILVA FILHO *et al.*, 2009; CECÍLIO FILHO *et al.*, 2000).

A capsaicina, encontrada em pimentas, atua na redução de peso, atua como antioxidante, afrodisíaco, antidepressivo, no sistema cardiovascular, no trato gastrointestinal, além de possuir ação anticarcinogênica, analgésica, hipoglicêmica e antidiabética (ZHENG *et al.*, 2017).

Dentre os oligossacarídeos, existem os frutooligossacarídeos (FOS), de ocorrência natural e origem vegetal. Os FOS são componentes promissores devido à crescente demanda do mercado mundial em busca de alimentos saudáveis e ainda são aliados na prevenção de doenças, atuando na redução dos níveis de colesterol e do teor de glicose sanguínea, sendo indicado ainda um consumo regular no tratamento dessas doenças (DA SILVA *et al.*, 2007; COUNDRAY *et al.*, 2003; PEREIRA; GIBSON, 2002)

Os FOS são conhecidos como prebióticos, pois promovem o crescimento de probióticos, tais como *Acidophilus*, *Bifidus* e *Faecium*, agindo como estabilizante e aumento das bactérias benéficas no trato gastrointestinal do hospedeiro. A incorporação de FOS na dieta ou sua suplementação intensificam a viabilidade e adesão dessas bactérias benéficas no trato gastrointestinal, mudando a composição de sua microbiota. Ao mesmo tempo, bactérias patogênicas incluindo *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* e outras têm sido inibidas, concomitantemente (GIBSON; ROBERFROID, 1995; SPIEGEL *et al.*, 1994; WANG; GIBSON, 1993; YAMASHITA *et al.*, 1984).

Nesse sentido, a proposta de elaborar uma sobremesa sem adição de açúcares e com compostos bioativos, apresentará um caminho sólido e potencial no desenvolvimento de um produto no qual existe uma demanda cada vez maior para segmentos expressivos na população.

O presente trabalho propõe a formulação de um *brownie*, sobremesa que possui popularidade no mercado mundial, feito com chocolate orgânico com 80% de teor de sólidos de cacau, acrescido das propriedades funcionais oriundas da *Curcuma longa* e da *Capsicum baccatum*, que além de torná-lo fonte de fibras pela adição de um produto à base de frutooligosacarídeo Fosvita® (FOS), será adoçado com eritritol (adoçante biológico), que é um álcool poli hídrico de fórmula molecular $C_4H_{10}O_4$ produzido por via fermentativa aeróbica de sacarose por meio do *Trichosporon pullulans*.

Para conferir se o produto teria potencial de aceitação do consumidor e avaliar se o aroma poderia interferir, devido à presença dos ingredientes adicionados à formulação, foi realizada análise sensorial por teste afetivo e determinação dos compostos voláteis por microextração em fase sólida seguida por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (MEFS-CG-EM).

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 CURCUMINA

A *Curcuma longa*, também chamada *Curcuma doméstica*, é conhecida popularmente no Brasil como cúrcuma, açafrão-da-terra, açafrão-da-índia ou gengibre amarelo. É um rizoma tuberoso classificado como membro da família *Zingiberaceae*, sendo cultivada em regiões tropicais e subtropicais em todo mundo, mas que tem sua origem na Índia, sudeste asiático e Indonésia. A cúrcuma em pó tem extensa aplicação como agente flavorizante e corante na gastronomia, e os relatos de sua utilização contabilizam séculos de aplicações medicinais em países como China e Índia (STANIC, 2016 e AMALRAJ *et al*, 2017).

Di Martino e colaboradores (2016) definem produtos naturais como pequenas moléculas presentes na natureza que se valeram de um beneficiamento evolutivo de seleção natural que os levaram a um processo ótimo de interação com macromoléculas biológicas. Ressaltam ainda o papel crescente e de relevância dos produtos naturais na indústria farmacêutica destacando a curcumina, extraída da *Curcuma longa*, pelos seus estudos promissores no combate a doenças que incluem câncer, problemas cardiovasculares, e doenças neurodegenerativas como Alzheimer's e Parkinson's (DI MARTINO *et al*, 2016).

A curcumina foi descoberta por Vogel e Pelletier, há aproximadamente dois séculos, quando eles isolaram da *Curcuma longa* seu pigmento amarelo e o batizaram. Essa substância é insolúvel em água e para tanto, solventes orgânicos são usados no seu isolamento (AMALRJ *et al*, 2017).

Dentre os constituintes isolados do rizoma, destacam-se a curcumina (Cur) - diferuloilmetano; 1,7-bis(4-hidroxi-3-metoxi-fenil)hepta-1,6-dieno-3,5-diano) como principal, além de outros relevantes como demetoxicurcumina (DMCur), bide-metoxicurcumina (BDMCur) e a mais recente descoberta ciclocurcumina (CCur) (STANIC, 2016).

2.1.1 Propriedades

A curcumina extraída desses rizomas apresenta relatos de possuir significantes propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes e seguras para consumo em altas doses (ARSHAD *et al*, 2017).

Stanic (2016) ressalta ainda a profusão na quantidade de artigos publicados com alguma relação com a curcumina, chegando a 12.000 até 2015, com 11.000 publicações concentradas nos últimos 15 anos, mostrando sua importância como ingrediente funcional em alimentos e bebidas, evidenciada pelas mais de 1.600 publicações científicas datadas de 2015 (STANIC, 2016).

Sua grande eficácia terapêutica advém das suas interações sinérgicas concomitante com a modulação de várias vias de sinalização, que o torna útil no tratamento de doenças como o câncer. Esta prática ocorre pela sua capacidade de romper processos e vias que sustentam a proliferação de tumores (DI MARTINO *et al*, 2016).

Ghasmian (2017) identifica a curcumina como o mais importante metabólito secundário presente na *Curcuma Longa*, ao qual atribui suas propriedades anti-inflamatórias.

2.1.1.1 Anti-inflamatório

Dentre os desafios da medicina moderna, destaca-se a busca por agentes potencialmente anti-inflamatórios mas que sejam reconhecidos como seguros, e nesses critérios, as propriedades da curcumina se mostram promissoras. Essas propriedades anti-inflamatórias tem sido objeto de numerosos estudos. Seus efeitos são alcançados por diferentes mecanismos: inibição dos fatores de transcrição nuclear fator kappa B (NF-kB) e proteína de ativação 1 (AP1); Inibição da atividade da ciclooxigenase 2 (COX-2) e da 5-lipoxigenase (5-LOX); redução da resposta de expressão de diversas citocinas pró-inflamatórias, tais como Interleucina 1 (IL-1), Interleucina 6 (IL-6), Interleucina 8 (IL-8) e quimiocinas (ARSHAD *et al*, 2017).

Essas propriedades da curcumina se mostram promissoras no tratamento de diversas patologias inflamatórias, incluindo pancreatite, artrite, colite, gastrite e doença inflamatória intestinal (DII) (ARSHAD *et al*, 2017).

Apesar de não ter sido demonstrado com clareza seus efeitos na motilidade intestinal humana, testes com animais mostraram a redução da contração intestinal espontânea independente do efeito antiespasmódico (PATCHARATRAKUL, 2016).

2.1.1.2 Antioxidante

A propriedade antioxidante, bem como os mecanismos de oxidação da curcumina, estão relacionados intimamente ao número de grupamentos hidroxila e

sua posição nos anéis aromáticos. A atividade antioxidante irá depender diretamente da presença de grupos fenólicos, tanto de hidrogênios fenólicos quanto de hidrogênios do grupo metileno central. Esses hidrogênios fazem parte do mecanismo de formação dos fenoxi radicais. De forma análoga, carbonos radicais se formam do grupo metileno central da curcumina. Em função das suas propriedades redox, os grupamentos fenólicos são a porção mais importante da molécula da curcumina, aportando a maior parte das propriedades biológicas nas células (STANIC, 2016).

A estrutura química da curcumina pode ser visualizada na figura 1.

Figura 1: Estrutura química da curcumina



Fonte: adaptado de Wilken (2011)

2.1.1.3 Anticancerígeno

Para estudar os efeitos antiproliferativos e pró-apoptóticos extensos, estudos foram e vem sendo conduzidos. Pelo fato de o câncer ser uma doença multifatorial, vários caminhos se combinam para seu início, progressão, bem como sua evolução e desencadeamento de resistências. Dessa maneira, uma abordagem de polifarmacologia se mostra promissora, e nesse cenário, as propriedades dos curcuminóides devem ser exploradas em combinação com a terapia convencional (DI MARTINO *et al*, 2016).

2.1.1.4 Segurança

Quando se fala em busca por suplementação e adição de funcionalidade, seja em alimentos, seja em farmacologia, o reconhecimento da substância como segura se faz necessária. Nesse espectro, a ação da curcumina no organismo humano tem o reconhecimento de segura. Stanic comenta que até o momento, uma dose de curcumina de oito gramas por dia não apresenta efeitos adversos, embora haja sempre a lembrança da biodisponibilidade restrita devido à baixa solubilidade. Ashard

e colaboradores citam que há documentação que demonstram que doses de até 12 gramas por dia são consideradas seguras (ARSHAD *et al*, 2017; STANIC, 2016).

2.2 CAPSAICINA

As pimentas da família *Capsicum* como a pimenta dedo-de-moça (*Capsicum baccatum*), malagueta (*Capsicum frutescens*), caiena, jalapeño (*Capsicum annuum*), habaño (*Capsicum chinense*), são usadas como especiaria, condimento, flavorizante em várias culinárias culturalmente relevantes no mundo desde 7.000 AC, em algumas delas até com relatos medicinais. Nessa família de pimentas, são identificadas mais de 200 substâncias ativas que atuam de maneira benéfica no organismo humano. O princípio ativo mais relevante e presente é a capsaicina, que confere pungência às pimentas (ZHENG *et al*, 2017; VARGHESE *et al*, 2016).

Trajano, em seu compêndio gastronômico sobre os principais ingredientes da culinária brasileira, descreve a pimenta dedo-de-moça (*Capsicum baccatum*) como a “mandioca das pimentas”, referindo-se diretamente ao fato de ser uma variedade encontrada nas mesas de todas as regiões do Brasil – de norte a sul, tornando-se assim uma escolha acertada para esse trabalho. Outro aspecto importante na escolha dessa variedade de pimenta foi o seu potencial de teor de capsaicinoides que é medido pela escala de Scoville, na qual, segundo Ribeiro e colaboradores (2008) está na ordem de 46.000 SHU (*Scoville Heat Unit*), mais palatável do que outras pimentas brasileiras bem conhecidas como a pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) – 164.000 SHU (TRAJANO, 2015).

Ribeiro e colaboradores (2008) explicam que a escala de Scoville foi criada em 1912 pelo farmacologista norte-americano Wilbur L. Scoville visando justamente determinar o grau de pungência das pimentas. Esse teste, que guarda um componente bem subjetivo, já que é realizado por um painel de provadores treinados que analisam as pimentas apresentadas sob a forma de uma solução das mesmas maceradas em álcool e diluídas em água. Quanto maior a necessidade de diluição para que esses provadores parem de sentir a picância da pimenta maior será a graduação dessa pimenta na escala de Scoville. Ou seja, uma pimenta que foi classificada com 46.000 SHU significa que ela teve que ser diluída em 46000 unidades de água para que sua ardência parasse de ser sentida. Mesmo com a subjetividade do painel, essa metodologia é a mais aceita para determinar a pungência das pimentas.

2.2.1 Propriedades

Zheng e colaboradores (2017) citam dentre as propriedades proeminentes da capsaicina a sua atuação como agente anticancerígeno, seus benefícios no tratamento das dores de inflamações, artrite reumatóide, rinite vasomotora, bem como propriedades antioxidantes, ação em moléstias neurodegenerativas bem como a presença de compostos antiobesidade, afetando inclusive a regulação do apetite.

Kida e colaboradores (2016) destacam a indução de processos termogênicos advindos da ingestão da capsaicina, bem como sua influência no processo de adipogênese do tecido adiposo marrom.

Varghese e colaboradores (2016) citam como a ingestão de pimenta tem influência no metabolismo atuando sobre os níveis de insulina e, por conseguinte interferindo no balanço energético e afetando o peso corpóreo.

2.2.1.1 Ação na adipogênese

A capsaicina age na promoção da perda de peso ativando o Receptor de Potencial Transitório Vanilóide do Tipo 1 (TRPV1), elevando os níveis de cálcio intracelular e acionando o sistema nervoso simpático (SNS) (KIDA *et al*, 2016; VARGHESE *et al*, 2016). Além dos efeitos no TRPV1, a capsaicina pode ter efeito direto de indução da ativação de adipócitos marrons. Devido a sua alta absorção pelo trato gastrointestinal (TGI), é esperado que a capsaicina module diretamente a adipogênese marrom (KIDA *et al*, 2016).

2.2.1.2 Ação na saciedade

A inclusão de pimenta vermelha na dieta tem potencial para regular o apetite e a saciedade, modificando o consumo de macronutrientes e reduzindo a ingestão energética. Foi demonstrado que essa ingestão aumenta a saciedade e também a sensação de plenitude no balanço energético, diminuindo a ânsia de comer após a refeição. Embora estudos nesse sentido sejam limitados, um estudo revelou que a ingestão de proteínas e gorduras no almoço foi reduzida devido à adição de pimenta vermelha no café-da-manhã, bem como a sua adição na entrada conseguiu reduzir o desejo de consumo de energia e carboidrato pelo restante da refeição (ZHENG *et al*, 2017).

Segundo Varghese e colaboradores (2016), o resultado anorexígeno vai além da saciedade, reduzindo o desejo de comer alimentos doces, gordurosos e salgados, sendo mais presente em consumidores casuais de pimenta do que nos habituais, bem

como observou-se mais efeitos em dietas ricas em gordura do que em ricas em carboidratos.

2.2.1.3 Ação termogênica

A termogênese pode ser definida como a energia consumida e liberada na forma de calor celular ao nível dos tecidos vivos na realização de um trabalho, podendo ser influenciada pelo ambiente ou pela dieta (MARCHINI *et al*, 2005).

Nos animais, a geração de calor ocorre por um processo no qual a energia química contida nos alimentos é liberada lentamente durante a oxidação dos açúcares e gorduras, sendo armazenada temporariamente na forma de adenosina trifosfato - ATP (BIANCO, 2000).

Os capsinóides possuem ação termogênica, promovendo o aumento da secreção de catecolaminas com conseqüente elevação da temperatura corporal e estimulando o gasto calórico. Um estudo recente mostrou o aumento da termogênese em pessoas saudáveis com a ingestão de 9 mg de capsinóides por oito semanas (ZHENG *et al*, 2017).

2.1.2.4 Ação regulatória de insulina

Insulina é o hormônio responsável por regular os níveis de glicose no sangue, e a resistência a esse hormônio ocorre quando as células não mais respondem à insulina, não permitindo que a glicose seja metabolizada elevando os níveis de açúcar no sangue. A produção excessiva de insulina pode ocorrer por uma refeição levando a um quadro de resistência à insulina, sendo que a ingestão de pimenta pode reduzir essa superprodução com conseqüente redução ao risco de resistência. A melhora nos níveis de insulina advinda do consumo de pimenta pode ser atribuída ao aumento da produção de peptídeo semelhante a Glucagon 1 (GLP-1) devido ao aumento de cálcio supracitado mediado pelo TRPV1. A diabetes pode ser causada tanto pela resistência à insulina quanto pela redução dos níveis de insulina. Nesse segundo caso, a ingestão de pimenta pode reduzir os níveis de glicose e aumentar os níveis de insulina (VERGHESE *et al*, 2016).

2.1.2.5 Segurança

Para Zheng e colaboradores (2017), além dos benefícios metabólicos diversos para a saúde, em especial no tratamento da obesidade, a maioria dos estudos não

revelou efeitos adversos no uso da capsaicina. Ao aliar essas características ao histórico do uso culinário das pimentas nas mais variadas culturas e sua facilidade de inserção no cotidiano, se torna factível seu uso no tratamento da obesidade em contraponto à medicamentos e outras intervenções. Para tanto, em dosagens ideais, a suplementação ou uso das pimentas como aditivo de alimentos, compõem métodos experimentais de levar a capsaicina a atingir seus objetivos e propriedades na saúde metabólica.

3.1 FRUTOOLIGOSACARÍDEOS (FOS)

3.1.1 Prebióticos

Na evolução da ciência da nutrição, o foco se coloca cada vez mais sobre a relação entre a qualidade do alimento e os efeitos que o mesmo tem na promoção da saúde, o que orienta o estudo a enfatizar os nutrientes e seus constituintes bioativos. Neste sentido, nos voltamos agora para o conceito de prebiótico, introduzido por Gibson e Roberfroid em 1995. (FLORES-MALTOS *et al*, 2014).

Muitas substâncias alimentares, incluindo oligossacarídeos e polissacarídeos (assim como fibras alimentares) ganham crédito por terem ação prebiótica, sem se atentarem para os critérios que efetivamente caracterizam um prebiótico. Em um primeiro momento esses critérios se limitavam à resistência aos ácidos estomacais, hidrólise por saliva e enzimas pancreáticas e intestinais, serem substratos fermentáveis para a microflora intestinal e por fim serem estimuladores seletivos da flora intestinal que contribuem para a saúde e o bem-estar. (ROBERFROID, 2007)

Em uma definição mais atual, esse conceito foi ampliado, em grande parte devido aos avanços de ferramentas que permitiram melhor estudo e compreensão do microbioma, expandindo o conhecimento da composição da microbiota, bem como a identificação de outras substâncias que podem influenciar a colonização. Concomitante a esse fato, a compreensão de que um espectro mais amplo de microrganismos benéficos pode ser afetado pelo efeito prebiótico, e que pode ocorrer também em sítios extraintestinais. Essa expansão de conceito pode incluir possivelmente substâncias que não são carboidratos, em outras categorias até que não sejam alimentos, e com aplicações para outros lugares no organismo que não necessariamente o trato gastrointestinal. O que se mantém é a necessidade de se manter mecanismos seletivos mediados pela microbiota (GIBSON *et al*, 2017).

3.1.2 Propriedades

FOS é um carboidrato não digerível que funciona como reserva em várias plantas e vegetais, tais como alcachofras, cebolas, aspargos, chicória, alho-poró e alho. São divididos em quatro grupos principais devido as suas diferenças estruturais. São solúveis em água e possuem dulçor de zero a seis vezes o da sacarose (quanto maior a cadeia menor a intensidade de doçura) (FLORES-MALTOS *et al*, 2014, BELORKAR, 2016).

3.1.3 Efeitos

As bactérias desempenham várias funções biológicas no intestino grosso e sua variedade excede 500 tipos. Estudos mostram que quando se usa FOS como fonte de carbono, crescem as populações de *Bifidobacterium longum*, *B. infantis* e *B. angulatum*, enquanto reduzem-se as populações de *Clostridium*, bem como a flatulência. Ao longo do processo de fermentação, os prebióticos liberam metabólitos, em especial ácidos graxos de cadeia curta que podem ter ação nas células intestinais, controlando diversos processos como absorção de minerais e compostos nitrogenados, proliferação da mucosa, inflamação colorretal e carcinogênese. A esse conjunto de propriedades do FOS chamamos de efeito prebiótico (FLORES-MALTOS *et al*, 2014, CARLSON *et al*, 2018).

3.1.4 Aplicação

Recentemente, o desenvolvimento de produtos com efeito prebiótico, tem ganhado destaque, somando-se a isso a rejeição cada vez crescente por parte dos consumidores à aditivos químicos, a indústria alimentícia volta-se para as propriedades prebióticas e bioconservantes do FOS. Já no aspecto tecnológico, o FOS contribui para dar corpo à produtos lácteos, umectância aos produtos assados, redução do ponto de congelamento em sobremesas congeladas, enriquecimento do teor de fibras, dentre outros (FLORES-MALTOS *et al*, 2014, TAVARES, 2018 e SILVEIRA, 2014).

4.1 ERITRITOL

4.1.1 Características

Polióis, também chamados álcoois polihídricos, são carboidratos cujo grupo carbonila são reduzidos a grupos hidroxila, com diversas aplicações na indústria de

alimentos como edulcorantes, dentre os quais se destacam sorbitol, manitol, xilitol, lactitol, maltitol e eritritol. O eritritol pode ser produzido por métodos microbianos e desempenha o papel de adoçante biológico (é reconhecido também como não cariogênico) (MOON *et al*, 2010).

O eritritol ocorre naturalmente e está amplamente presente na natureza (em frutas, alimentos e bebidas fermentadas), dessa forma está presente de maneira intrínseca na dieta humana, e seu uso, mesmo em níveis que excedam a ingestão esperada diária, é considerado seguro baseando-se em estudos clínicos, o que o confere a condição de Geralmente Reconhecido como Seguro (GRAS) (MOON *et al*, 2010).

4.1.2 Aplicações

A rotulagem de eritritol varia de acordo com o país, mas Japão e União Europeia o rotulam com zero calorias. Nos EUA tem dentre suas aplicações a de realçador de sabor, umectante, adoçante, estabilizante, espessante e substituto do açúcar em até 100%. Sua aplicação é preferível a outros polióis por ter uma resposta glicêmica reduzida ou nula (seguro para diabéticos), ser obtida por processos de fabricação naturais, ter menor valor energético (0.2cal/g *versus* 2cal/g de outros polióis) e não ter efeito laxativo.

No Brasil, a RDC No. 48 de 2010, da ANVISA determina que o fator de conversão para o cálculo do valor energético do polioli eritritol deverá ser de 0,2 kcal/g (0,8 kJ/g). Além disso, determina também que para o cálculo do valor energético dos demais polióis, deve-se utilizar o valor estabelecido na Resolução RDC No. 360 de 2013, levando-se em consideração os carboidratos digeríveis e não digeríveis (BRASIL, 2010;BRASIL, 2003).

5 OBJETIVO

5.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar um *brownie* com propriedades funcionais e probióticas.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um *brownie* para dietas de baixa ingestão de carboidratos;
- Adicionar ingredientes com compostos bioativos (Cúrcuma, Pimenta e FOS);
- Avaliar o potencial de aceitação desse produto junto a um grupo teste;
- Comparar a aceitação desse produto face a um produto controle sem as adições e restrições dietéticas;
- Realizar análise de compostos voláteis por cromatografia gasosa;
- Comparar aceitação com os compostos voláteis relevantes.

6 JUSTIFICATIVA

Ao levar em consideração a crescente conscientização dos consumidores com a qualidade dos alimentos inseridos em sua dieta, somada às mudanças de percepção desenvolvidas acerca dos alimentos, se faz necessário a pesquisa de novas alternativas de produtos que satisfaçam essas demandas. Incluindo nessa nova fronteira de estudo a adição de funcionalidades específicas no sentido de enriquecer os produtos que fazem parte da dieta humana. Desta forma pretende-se explorar cada vez mais os princípios ativos dos diversos produtos encontrados na natureza, bem como a melhor maneira de aproveitar seus benefícios.

Se forem somados a esses fatores as novas teorias dietéticas, que pregam a restrição do consumo de carboidratos na manutenção de uma alimentação mais saudável (DEGHAN, 2017), encontra-se um nicho de mercado que busca uma nova categoria de alimentos. Dentre os grandes segmentos de produtos alimentícios disponíveis no mercado, o segmento de confeitaria sofre de maneira mais proeminente com a alta carga de carboidratos, pois utiliza em sua maioria produtos à base de sacarose e presença de farináceos ricos em carboidratos, o que o torna um grupo interessante para desenvolver um produto que contradiga esses paradigmas e tenha boa aceitação.

Para melhorar as chances de êxito na aceitação desse produto, optou-se por trabalhar um produto à base de chocolate. Pesquisa divulgada pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE) em 2013 revelaram dados que apontam a escolha do chocolate como uma decisão acertada. Esse estudo mostrou que 75% da população brasileira consome chocolate, sendo que 35% não troca o chocolate por qualquer substituto, sendo que as classes que mais consomem chocolate são aquelas de maior poder aquisitivo (IBOPE, 2013).

Por fim, no intuito de elevar o papel nutritivo desse alimento, optou-se por pesquisar insumos que estão disponíveis na natureza de maneira satisfatória agregando valor econômico. A pesquisa dessa dissertação busca desenvolver uma sobremesa de menor caloria, enriquecida com curcumina visando aportar suas características antioxidantes e anti-inflamatórias, incorporando o potencial termogênico da capsaicina encontrado nas pimentas e com a suplementação do prebiótico FOS.

7 METODOLOGIA

7.1 MATÉRIAS-PRIMAS

Os insumos para o desenvolvimento das formulações do produto foram adquiridos nos mercados do Rio de Janeiro – RJ e de São Paulo – SP, no mês de abril de 2019 com as seguintes especificações:

1. Chocolate da marca Barry Callebaut, linha Power 80 com mínimo de 80% de sólidos de cacau, fabricado em Lebbeke Wieze na Bélgica e importado pela Barry Callebaut Brasil Indústria e Comércio de Produtos Alimentícios Ltda., localizada em Extrema – MG, apresentado em embalagem de *callets* de chocolate com 2,5kgs por embalagem;
2. Manteiga sem sal da marca Sabor da Nata, fabricada em Passa Quatro – MG, pela Fábrica de Laticínios Passa Quatro Ltda., e apresentada em bloco de manteiga com 5kgs por embalagem;
3. Ovos brancos *in natura* produzidos em Itanhandu – MG, pela Mantiqueira Alimentos Ltda., apresentados em cartela com 30 unidades, tipo grande, classe A, registrado no Ministério da Agricultura sob o SIF/DIPOA N^o 0239/3722;
4. Eritritol adquirido a granel da empresa NTZ Comércio de Alimentos Eireli, produzido na China por Baolingbao Biology Co. e importado pela Brasbol Importadora e Exportadora Ltda., São Paulo – SP;
5. Farinha de amêndoas adquirida a granel de Zona Cerealista Online Ltda, produzido em Almería na Espanha por Calconut e importado por Trust Trade Importadora e Exportadora Eireili., São Paulo – SP;
6. Cúrcuma em pó adquirida a granel da empresa NTZ Comércio de Alimentos Eireli, fornecido por Emporium Importadora e Distribuidora de Alimentos., Itapecerica da Serra – SP;
7. Pimenta dedo-de-moça adquirida *in natura* em feira livre na região metropolitana do Rio de Janeiro – RJ; e,
8. Frutooligosacarídeo em pó da marca Fosvita, produzido por Vitafor, situada em Araçoiaba da Serra – SP.

Os demais insumos para a formulação controle, açúcar e farinha de trigo, foram adquiridos no comércio varejista da cidade do Rio de Janeiro, sendo das marcas União

e Primor, fabricados, respectivamente, por Camil Alimentos S/A e Bunge Alimentos S/A.

7.2 FORMULAÇÃO TESTE

Para determinar as formulações teste, primeiro foi definida uma formulação base, que consiste em uma receita seguindo a metodologia tradicional de confecção de *brownies* segundo as técnicas preconizadas pela *Le Cordon Bleu, Academie D'Art Culinaire* de Paris, baseada no método *pain de l'eau* (pão de ló) modificado, no qual são derretidos o chocolate com a manteiga em banho-maria e posteriormente são resfriados até atingir a temperatura de 20°C. Em separado são misturados os ovos com o açúcar, em ação mecânica apenas o suficiente para obter uma mistura homogênea. Posteriormente a mistura de chocolate com manteiga é incorporada aos ovos com o açúcar, com o auxílio de uma espátula de silicone. Por fim são incorporados, ainda com a espátula os ingredientes secos (farinha) e demais flavorizantes (LIGARNASARI, 2017; GISSLEN, 2011; LE CORDON BLEU, 2010).

A partir desta técnica descrita acima foi adotada uma formulação clássica, aqui chamada de controle I (GC1AC), composta por chocolate amargo, manteiga sem sal, ovos, açúcar refinado e farinha de trigo branca, com variações no tocante ao tipo de chocolate, pois foi adotado um tipo de chocolate com 80% de sólidos de cacau e variando também as proporções dos ingredientes conforme descrito na Tabela 1.

De posse da GC1AC, foi desenvolvida a formulação controle II (GC20P), utilizando a mesma técnica descrita, mas substituindo da GC1AC o açúcar refinado pelo edulcorante eritritol, a farinha de trigo pela farinha de amêndoas e adicionado os compostos para aportar funcionalidade, cúrcuma e FOS, variando as proporções conforme descrito na Tabela 1. Na formulação controle II não foi adicionada a pimenta dedo de moça, como pode ser visto na figura 2.

Figura 2. Insumos das formulações controles.



Fonte: do próprio autor

Estabelecida a GC20P, foram derivadas quatro formulações teste, denominadas formulação teste I (FT1P2), formulação teste II (FT2P4), formulação teste III (FT3P6) e formulação teste IV (FT4P8). Essas formulações são similares a GC20P sofrendo apenas a adição de pimenta dedo-de-moça, desidratada à 10% do seu peso *in natura*, utilizando o Desidratador PD-15 na temperatura de 55°C por 14 horas, em quatro níveis conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1. Ingredientes das formulações dos *brownies* controle I, controle II e formulações teste I, II, III e IV.

Ingredientes	GC1AC	GC20P	FT1P2	FT2P4	FT3P6	FT4P8
Chocolate (g)	225	225	225	225	225	225
Manteiga (g)	115	115	115	115	115	115
Ovos (g)	200	200	200	200	200	200
Açúcar refinado (g)	135	0	0	0	0	0
Eritritol (g)	0	135	135	135	135	135
Farinha de trigo (g)	90	0	0	0	0	0
Farinha de amêndoas (g)	0	45	45	45	45	45
Cúrcuma em pó (g)	0	45	45	45	45	45
<i>Capsicum baccatum</i> desidratada (g)	0	0	2	4	6	8
FOS (g)	0	30	30	30	30	30

Legenda: GC1AC= *brownie* sem pimenta e com açúcar;
 GC20P=*brownie* com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e sem pimenta;
 FT1P2=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 2g de pimenta;
 FT2P4=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 4g de pimenta;
 FT3P6=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 6g de pimenta;
 FT4P8=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 8g de pimenta

Elaboradas, as seis formulações (Tabela 1), foram dispostas em formas de alumínio forradas com papel manteiga e forneadas em forno turbo à gás modelo FTT-150 da marca Tedesco, seguindo os tempos de forno e temperaturas (inicial e final) descritos na Tabela 2 conforme a tabela abaixo (TABELA 2).

Tabela 2. Temperaturas de forno e tempos de forneamento dos *brownies* controle I, controle II e formulações teste I, II, III e IV.

Formulações	Temperatura inicial	Temperatura final	Tempo de forno
GC1AC	151°C	153°C	24 minutos
GC20P	150°C	151°C	37 minutos
FT1P2	152°C	149°C	38 minutos
FT2P4	149°C	151°C	37 minutos
FT3P6	150°C	151°C	39 minutos
FT4P8	151°C	148°C	36 minutos

Legenda: GC1AC= *brownie* sem pimenta e com açúcar;
 GC20P=*brownie* com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e sem pimenta;
 FT1P2=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 2g de pimenta;
 FT2P4=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 4g de pimenta;
 FT3P6=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 6g de pimenta;
 FT4P8=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 8g de pimenta

7.3 VALOR ENERGÉTICO DO *BROWNIE*

O valor energético total dos *brownies* foram estimados a partir da composição das matérias primas utilizadas no desenvolvimento do *brownie* que constavam na tabela TACO, 4ª edição (Taco, 2011)

7.4 EMBALAGEM E ARMAZENAGEM

Após o forneamento, os *brownies* foram resfriados à 30°C em grades de resfriamento apropriadas para confeitaria. Os produtos finalizados então foram embalados em filme plástico PVC de 9 micra de espessura e submetidos ao processo de congelamento a -15°C, em freezer modelo Gelopar GTPC-575, onde permaneceram congelados nessa temperatura por período não inferior a 5 dias e não superior a 30 dias.

Para realização da análise sensorial, as amostras foram descongeladas em refrigerador a temperatura de 5°C por período de 48 horas e posteriormente deixados em temperatura ambiente por mais 90 minutos.

O projeto foi submetido para apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Rio de Janeiro e foi realizado conforme normas e princípios éticos que regulamentam a pesquisa com seres humanos.

7.4 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi constituída de teste afetivo com 75 consumidores (sendo no total 40 mulheres e 35 homens com faixa etária entre 18 e 62 anos) que foram recrutados aleatoriamente no *campus* do Instituto Federal do Rio de Janeiro, em Maio de 2019. Foram avaliados os seguintes atributos: aparência, cor, aroma, sabor, textura dos *brownies* utilizando escala hedônica híbrida de 9 pontos, sendo os extremos da escala: 1 = desgostei extremamente e 9 = gostei extremamente, sendo a ordem de apresentação das amostras em blocos completos balanceados para minimizar os efeitos *first-order-carry-over*, que é o efeito da avaliação de uma amostra sobre a avaliação da amostra subsequente (MEILGAARD *et al.*, 2007).

Além das médias, foi feito o cálculo do Índice de Aceitabilidade (IA), que é um valor em porcentagem que tem como objetivo obter a aceitação do produto pelos consumidores. Para o produto ser considerado como bem aceito, o valor mínimo de IA deve ser de 70% (DUTCOSKY, 2007). Para este cálculo foi adotada a seguinte expressão matemática:

$$IA = \frac{\text{Nota obtida para a amostra}}{\text{Nota máxima da escala utilizada}} \times 100$$

7.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados da análise sensorial foram avaliados através de Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey ao nível de $p < 0,05$, utilizando o programa XLSTAT for Windows 2019.1 (Adinsoft, Paris, France).

7.6 ANÁLISE DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS

Os compostos voláteis foram analisados por micro extração em fase sólida seguida por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (MEFS-CG-EM). A MEFS foi realizada com o injetor automático CTC Combi Pal Sampler, um amostrador automático tipo XYZ com compartimento promovendo o controle da temperatura e agitação para ativação da fibra e extração no *headspace*.

Cerca de 1 g de *brownie*, e os insumos como pimenta, cúrcuma, farinha de amêndoas e gotas de chocolate foram transferidos de frascos de 20 mL e em seguida foram adicionados 2,5 mL de solução saturada de NaCl. Os frascos foram tampados

com septo de PTFE/silicone e tampa de rosca de alumínio. Todas as extrações foram realizadas utilizando uma fibra com 50/30µm de espessura com Divinilbenzeno / Carboxen / Polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS) (Supelco, Bellefonte, PA, EUA). Após o tempo de equilíbrio de 20 minutos à 40 ± 1,0°C com agitação de 500 rpm. O septo que recobre o frasco de *headspace* foi perfurado com a fibra retraída na agulha e então a fibra foi exposta à amostra por 30 minutos, extraíndo-se os voláteis *headspace* por 30 minutos, nas mesmas condições.

A análise de identificação dos compostos orgânicos voláteis foi feita por CG-EM (Agilent Technologies, 7890A-5975C), como amostrador (CTC Combi PAL Sampler 120, Agilent Technologies) e com *liner* apropriado para análises de MEFS. As condições cromatográficas adotadas foram: injeção por fibra, sem razão da divisão de fluxo da fase móvel no injetor (splitless), temperatura do injetor, 240 °C; fluxo da fase móvel: 1mL min⁻¹; programação do forno cromatográfico, 45 °C por 5 minutos, com rampa de temperatura de 10°C min⁻¹ até 80°C, seguido de nova rampa a 5 °C min⁻¹ até 240 °C mantido por 15 minutos; coluna – CP-Wax 52 CB 60 m x 0,25 mm x 0,25 µm e detector EM com intervalo de massa 40-400 m/z.

A composição das amostras foi determinada a partir dos espectros de massas das amostras com auxílio do *software* Agilent Mass Hunter Qualitative Analysis (Agilent Technologies versão B.04.00), utilizando como referência a biblioteca de espectros NIST 11.

Os componentes foram identificados ainda de acordo com índice de retenção linear de cada substância, calculado a partir de um padrão de calibração de alcanos de 8 a 40 carbonos (padrão Sigma, 40147-U) por meio da equação de van Den Dool and Kratz (VAN DEN DOOL, 1963; COUTINHO *et al*, 2019; SILVEIRA *et al*, 2019; OSTA *et al*, 2019).

$$LTPRI = 100n + 100 \frac{t_{R(i)} - t_{R(n)}}{t_{R(n+1)} - t_{R(n)}}$$

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise sensorial, descritos na Tabela 3 e ilustrados no gráfico 1, foi observado que a aparência não apresentou diferença significativa entre as formulações, GC1AC, GC20P, FT1P2, FT2P4, FT3P6 e FT4P8.

No quesito aroma, notou-se que os produtos que continham pimenta tiveram uma **avaliação** de aroma significativamente melhor 7.5 ± 1.68 (FT1P2), 7.3 ± 1.75 (FT2P4), 7.8 ± 1.61 (FT3P6) e 7.9 ± 1.81 (FT4P8), do que os produtos sem pimenta (6.1 ± 0.72 (GC1AC) e 6.2 ± 1.01 (GC20P)). A preferência por estas amostras pode ser justificada pela presença de compostos voláteis, também encontrados no trabalho de Korkmaz e colaboradores (2017) que avaliaram compostos voláteis de pimenta madura fresca e desidratada em flocos e no estudo de Junior e colaboradores (2015), que avaliaram os compostos voláteis de 3 tipos de pimentas brasileiras verdes e maduras. Outra justificativa, pode ser a presença do butanoato de etila para a preferência das amostras que continham pimenta. Segundo Canuto e colaboradores (2009), a presença deste éster, mesmo que em quantidades pequenas (1,30%), é o constituinte de maior impacto em uma análise olfativa.

No quesito sabor, as formulações FT1P2, FT2P4, FT3P6 apresentaram preferência significativamente maior 6.8 ± 1.07 (FT1P2), 6.9 ± 1.73 (FT2P4) e 6.3 ± 1.00 (FT3P6) do que as formulações sem pimenta 5.4 ± 1.16 (GC1AC) e 5.7 ± 1.36 (GC20P); entretanto, a formulação FT4P8 não apresentou diferença significativa das demais.

A mesma análise pôde ser feita para a textura. As formulações FT1P2, FT2P4, FT3P6, foram melhor avaliadas 6.6 ± 1.81 (FT1P2), 6.8 ± 1.87 (FT2P4) e 6.9 ± 1.92 (FT3P6) em relação ao controle (5.2 ± 1.59 (GC1AC) e 5.8 ± 2.40 (GC20P)), entretanto, o produto com a maior concentração de pimenta, não apresentou diferença entre as amostras, conforme ilustrado no gráfico 3.

Já na aceitação global, as formulações FT1P2, FT2P4, foram as melhores avaliadas 7.2 ± 1.65 (FT1P2) e 7.6 ± 1.44 (FT2P4) e as piores avaliadas foram as formulações isentas de pimenta 5.1 ± 1.01 (GC1AC) e 5.2 ± 1.11 (GC20P), com diferença significativa.

Ao analisar as formulações controle para avaliar se a presença da cúrcuma isolada traria algum benefício na análise sensorial, foi possível observar que ela

Comentado [LNN3]: DISCUTIR COMO NO TRABALHO DO SUCHÁ

sozinha não altera os resultados da análise sensorial, entretanto, associada a pimenta em determinadas concentrações (FT1P2, FT2P4, FT3P6, FT4P8) foi possível perceber a melhora dessa aceitação nos quesitos aroma (7.5 ± 1.68 (FT1P2), 7.3 ± 1.75 (FT2P4), 7.8 ± 1.61 (FT3P6) e 7.9 ± 1.81 (FT4P8)), sabor (6.8 ± 1.07 (FT1P2), 6.9 ± 1.73 (FT2P4) e 6.3 ± 1.00 (FT3P6)), textura (6.6 ± 1.81 (FT1P2), 6.8 ± 1.87 (FT2P4) e 6.9 ± 1.92 (FT3P6)) e aceitação global (7.2 ± 1.65 (FT1P2) e 7.6 ± 1.44 (FT2P4)).

Com relação ao IA, as formulações FT1P2, FT2P4 foram considerados com boa aceitação enquanto a formulação FT4P8 ficou no percentual limítrofe, conforme descrito na Tabela 3.

Vale à pena destacar que, em se tratando de um produto de cunho funcional sem adição de sacarose, o sabor do grupo controle que foi adicionado de açúcar (GC1AC) teve a pior avaliação no quesito sabor e aceitação global. Foi possível identificar também a correlação na avaliação entre sabor e textura, evidenciando que o sabor pode influenciar diretamente a avaliação e textura pelos degustadores. Sobre textura, pode-se destacar ainda que o GC1AC tem o pior desempenho e isso pode ser justificado pela falta de farinha de amêndoas na sua formulação.

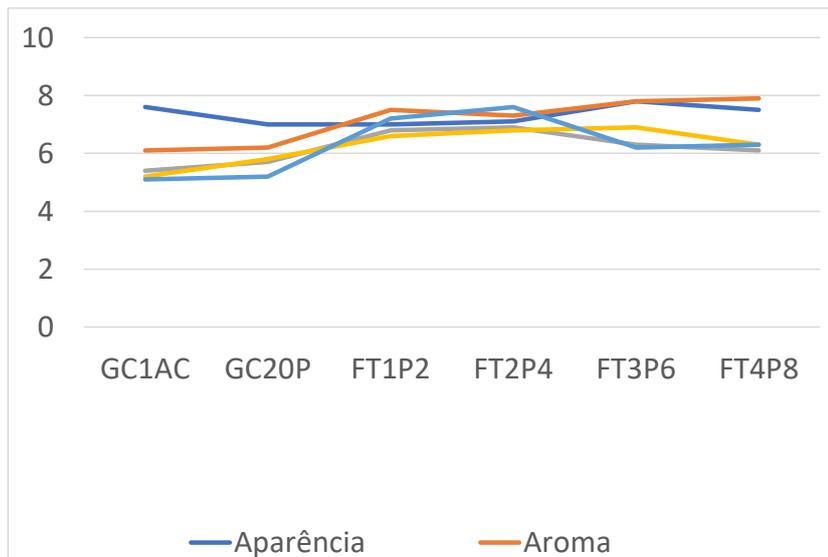
Em relação às avaliações de aroma e sabor, comparando seus valores na escala de 1 a 9, nota-se que, quanto maior a concentração de pimenta no produto final, mais aromático é a percepção do mesmo, entretanto quando observa-se o impacto desses níveis de pimenta no sabor, nota-se que a tolerância à pimenta no *brownie* se dá nas concentrações mais baixas (FT1P2 e FT1P4) e começa a ser comprometida a partir das formulações com concentrações maiores de pimenta (FT1P6 e FT1P8), indicando o que seria um ponto desejável de pimenta para comercialização do produto. Estes resultados podem ser visualizados na tabela 3 e no gráfico 2.

Tabela 3. Análise sensorial dos *Brownies*

Amostras	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação Global	Índice de Aceitabilidade (%)
GC1AC	7.6 ± 1.1 ^a	6.1 ± 0.7 ^b	5.4 ± 1.3 ^b	5.2 ± 1.6 ^b	5.1 ± 1.0 ^c	56.7 ^c
GC20P	7.0 ± 1.2 ^a	6.2 ± 1.0 ^b	5.7 ± 1.4 ^b	5.8 ± 2.4 ^b	5.2 ± 1.1 ^c	57.8 ^c
FT1P2	7.0 ± 1.2 ^a	7.5 ± 1.7 ^a	6.8 ± 1.1 ^a	6.6 ± 1.8 ^a	7.2 ± 1.6 ^a	80.0 ^a
FT2P4	7.1 ± 1.0 ^a	7.3 ± 1.7 ^a	6.9 ± 1.7 ^a	6.8 ± 1.9 ^a	7.6 ± 1.4 ^a	84.4 ^a
FT3P6	7.8 ± 1.1 ^a	7.8 ± 1.6 ^a	6.3 ± 1.0 ^a	6.9 ± 1.9 ^a	6.2 ± 1.7 ^b	68.9 ^b
FT4P8	7.5 ± 1.2 ^a	7.9 ± 1.8 ^a	6.1 ± 1.1 ^{ab}	6.3 ± 1.5 ^{ab}	6.3 ± 1.5 ^b	70.0 ^b

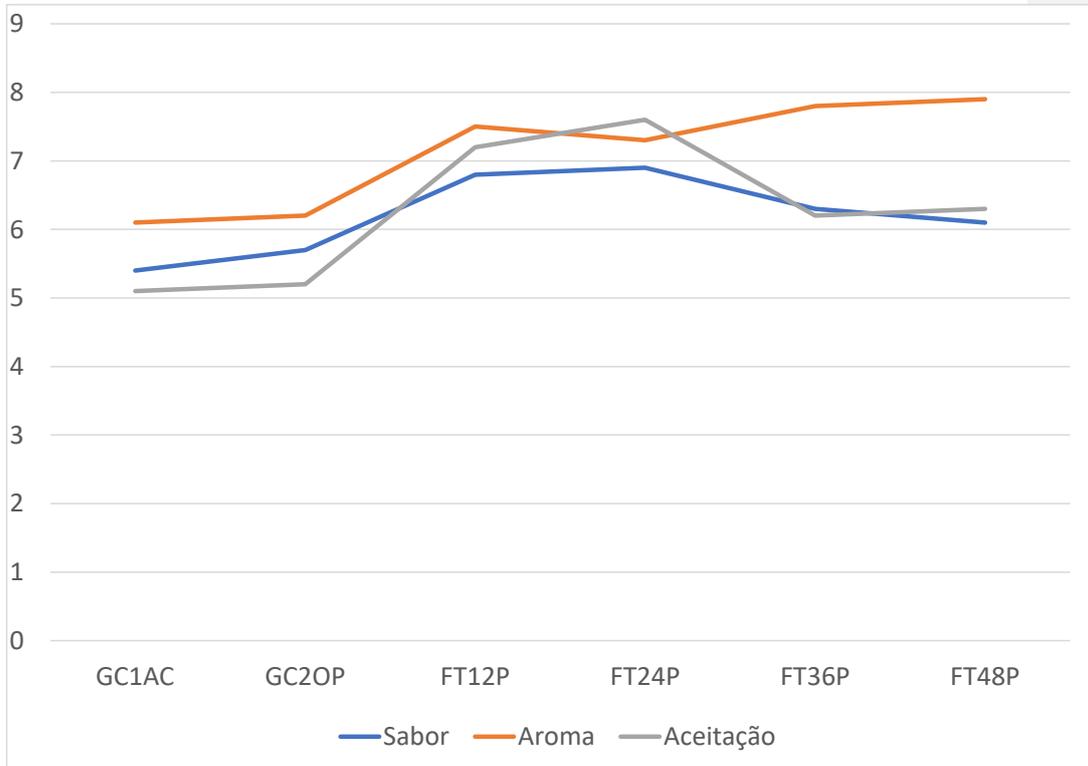
Nota: Resultados expressos em média ± desvio padrão e baseados em uma escala de 9 pontos (1 = desgostei extremamente; 5 = não gostei, nem desgostei; 9 = gostei extremamente, Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística entre as amostras ($p \leq 0.05$) de acordo com o teste de Tukey.

Legenda: GC1AC= *brownie* sem pimenta e com açúcar;
 GC20P=*brownie* com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e sem pimenta;
 FT1P2=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 2g de pimenta;
 FT2P4=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 4g de pimenta;
 FT3P6=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 6g de pimenta;
 FT4P8=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 8g de pimenta.

Gráfico 1. Análise sensorial dos *Brownies*

Nota: Resultados expressos em média e baseados em uma escala de 9 pontos (1 = desgostei extremamente; 5 = não gostei, nem desgostei; 9 = gostei extremamente, Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística entre as amostras ($p \leq 0.05$) de acordo com o teste de Tukey.

Legenda: GC1AC= *brownie* sem pimenta e com açúcar;
 GC20P=*brownie* com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e sem pimenta;
 FT1P2=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 2g de pimenta;
 FT2P4=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 4g de pimenta;
 FT3P6=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 6g de pimenta;
 FT4P8=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 8g de pimenta.

Gráfico 2. Comparação entre aceitação, sabor de aroma dos *Brownies*

Nota: Resultados expressos em média e baseados em uma escala de 9 pontos (1 = desgostei extremamente; 5 = não gostei, nem desgostei; 9 = gostei extremamente, Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística entre as amostras ($p \leq 0.05$) de acordo com o teste de Tukey.

Legenda: GC1AC= *brownie* sem pimenta e com açúcar;

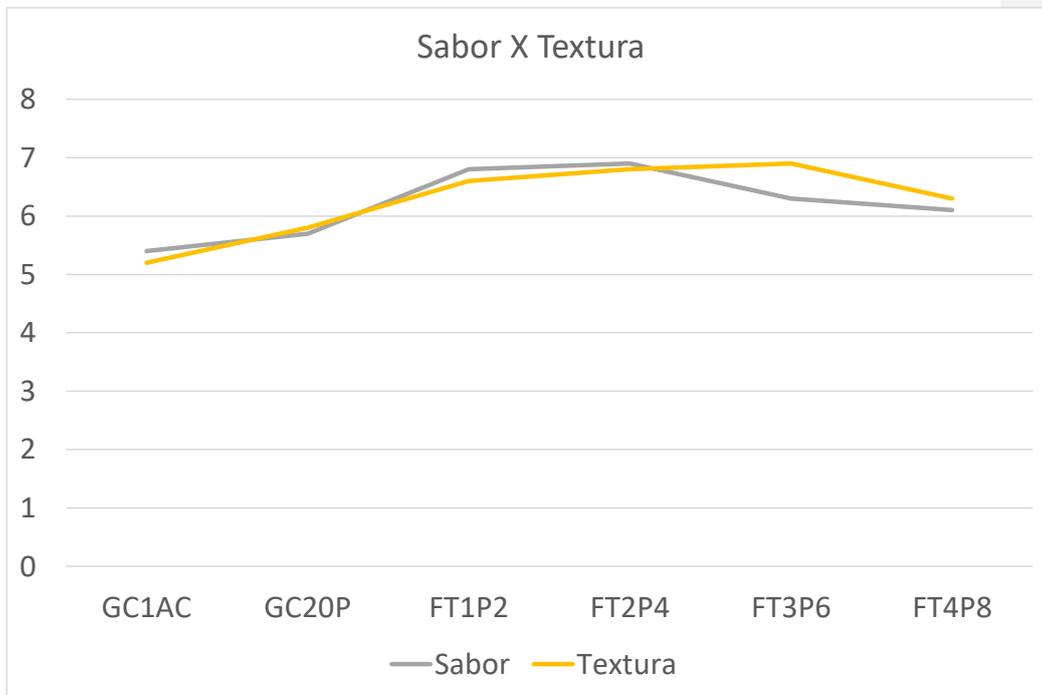
GC2OP=*brownie* com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e sem pimenta;

FT1P2=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 2g de pimenta;

FT2P4=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 4g de pimenta;

FT3P6=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 6g de pimenta;

FT4P8=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 8g de pimenta.

Gráfico 3. Comparação entre sabor e textura dos *Brownies*

Nota: Resultados expressos em média e baseados em uma escala de 9 pontos (1 = desgostei extremamente; 5 = não gostei, nem desgostei; 9 = gostei extremamente. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística entre as amostras ($p \leq 0.05$) de acordo com o teste de Tukey.

Legenda: GC1AC= *brownie* sem pimenta e com açúcar;

GC20P=*brownie* com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e sem pimenta;

FT1P2=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 2g de pimenta;

FT2P4=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 4g de pimenta;

FT3P6=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 6g de pimenta;

FT4P8=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 8g de pimenta.

Com relação ao valor energético, as formulações teste, na sua média, possuem uma redução calórica de 9,29% (GC1AC - 250,40 kcal, GC2OP - 226,17 kcal, FT1P2 - 226,66 kcal, FT2P4 - 227,15 kcal, FT3P6 - 227,64 kcal e FT4P8 - 228,13 kcal), conforme demonstrado na tabela 4.

Tabela 4. Estimativa do valor calórico dos *brownies*

Ingredientes	Kcal em 100g	Quantidade	GC1AC	GC2OP	FT1P2	FT2P4	FT3P6	FT4P8
Chocolate (g)	560	225	1260,00	1260,00	1260,00	1260,00	1260,00	1260,00
Manteiga (g)	758	115	871,70	871,70	871,70	871,70	871,70	871,70
Ovos (g)	143	200	286,00	286,00	286,00	286,00	286,00	286,00
Açúcar refinado (g)	387	135	522,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eritritol (g)	24	135	0,00	32,40	32,40	32,40	32,40	32,40
Farinha de trigo (g)	350	90	315,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farinha de amêndoas (g)	640	45	0,00	288,00	288,00	288,00	288,00	288,00
Cúrcuma em pó (g)	354	45	0,00	159,30	159,30	159,30	159,30	159,30
Capsicum baccatum desidratada (g)	318		0,00	0,00	6,36	12,72	19,08	25,44
FOS (g)	142,85	30	0,00	42,86	42,86	42,86	42,86	42,86
Total			3255,15	2940,26	2946,62	2952,98	2959,34	2965,70
Rendimento			13	13	13	13	13	13
Valor por porção			250,40	226,17	226,66	227,15	227,64	228,13

Legenda: GC1AC= *brownie* sem pimenta e com açúcar;
 GC2OP=*brownie* com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e sem pimenta;
 FT1P2=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 2g de pimenta;
 FT2P4=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 4g de pimenta;
 FT3P6=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 6g de pimenta;
 FT4P8=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 8g de pimenta.

Em relação a análise de compostos voláteis, foram identificados 101 compostos voláteis sendo, 3 ácidos, 11 cetonas, 9 aldeídos, 2 aminas, 16 álcoois, 25 terpenos, 21 hidrocarbonetos, 1 éter, 9 ésteres e 4 identificados como outras classes químicas. Nos insumos puros, a cúrcuma foi a que apresentou maior número de compostos voláteis (60) e as gotas de chocolate o menor número (12).

Os cromatogramas obtidos com as condições experimentais reportadas estão ilustrados nas figuras abaixo. Para melhor visualização os picos foram numerados e identificados na Tabela 5 e as áreas de superfície dos voláteis identificados nas formulações avaliadas na tabela 6.

Figura 3: Cromatograma do grupo GC1AC= brownie sem pimenta e com açúcar

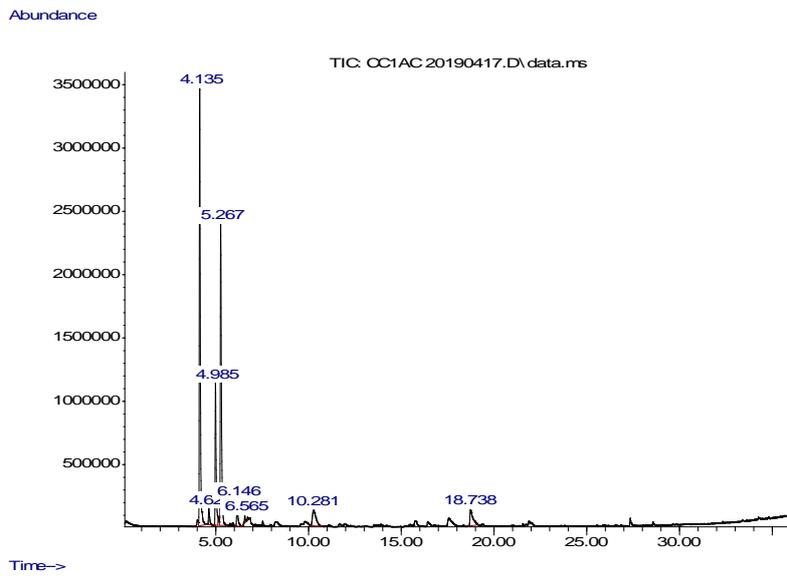


Figura 4: Cromatograma do grupo GC20P=brownie com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e sem pimenta

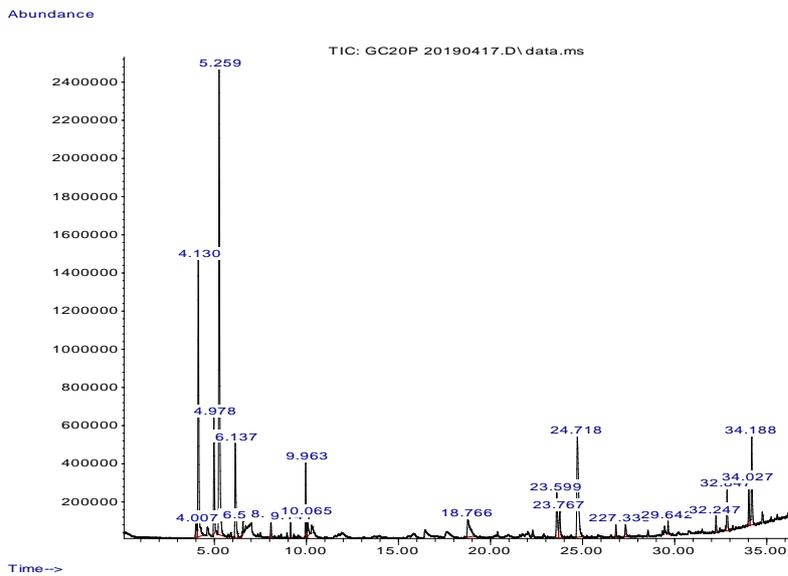


Figura 5: Cromatograma do grupo FT1P2=brownie teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 2g de pimenta

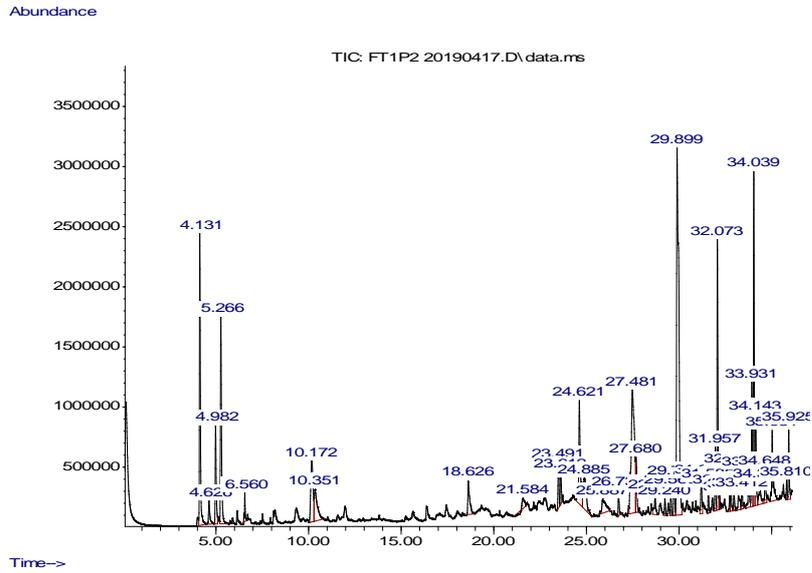


Figura 6: Cromatograma do grupo FT2P4=brownie teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 4g de pimenta

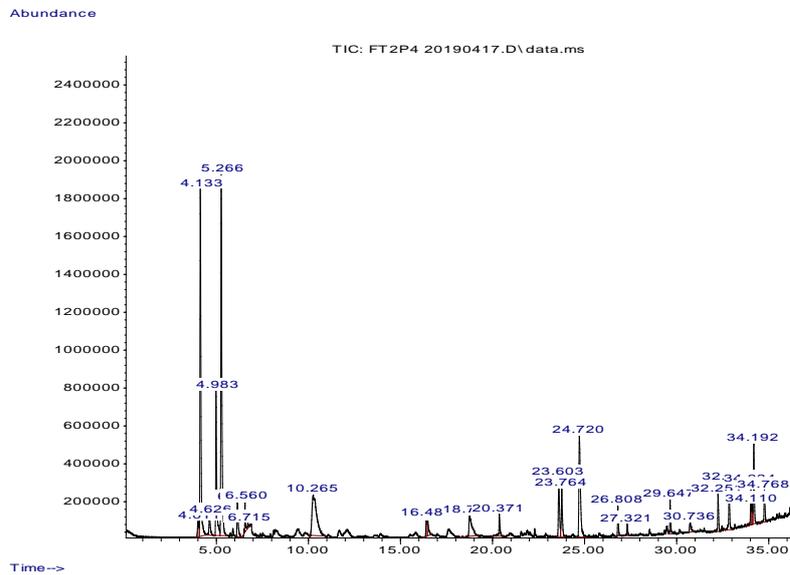


Figura 7: Cromatograma do grupo FT3P6=brownie teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 6g de pimenta

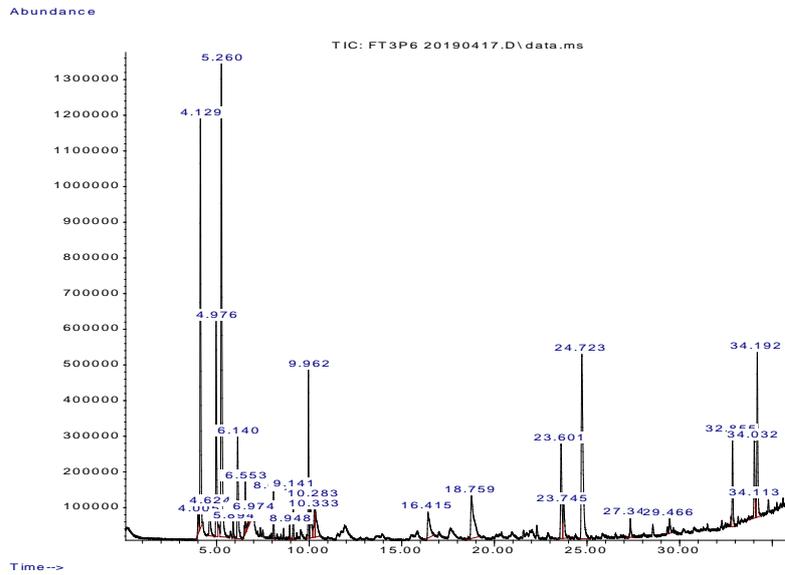
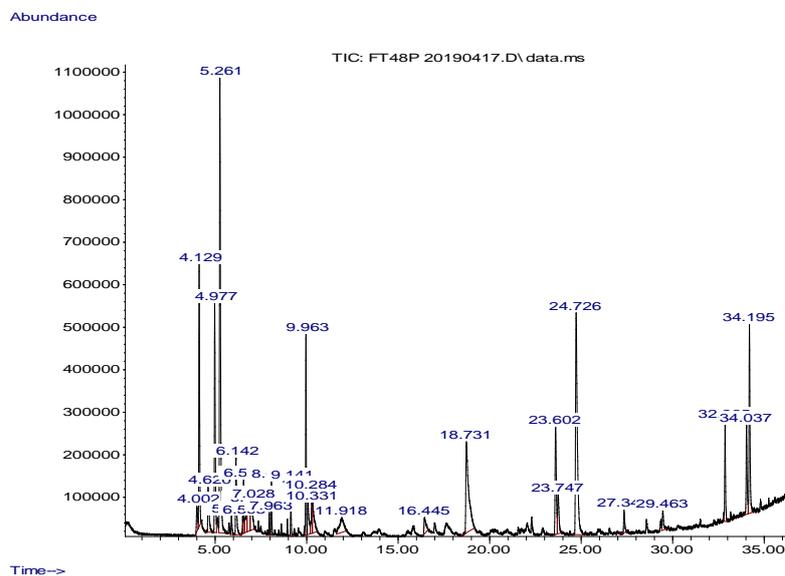


Figura 8: Cromatograma do grupo FT4P8=brownie teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 8g de pimenta



Ao analisar o grupo dos ácidos, foi possível perceber que os compostos ácido 2-metilpropanoico e ácido 3-metilbutanóico são identificados apenas nos insumos puros e não aparecem nas preparações testes, sugerindo que esses voláteis são termo sensíveis. A não identificação desses ácidos é benéfica, pois ambos possuem odores desagradáveis. O ácido 3-metilbutanóico apareceu também nos resultados da análise da formulação padrão com açúcar, o que pode justificar sua baixa aceitação, visto que esse ácido possui odor forte e desagradável (SAMPAIO, 2007; DE MARIA, 2000).

Ao analisar as cetonas, notou-se que tanto a cúrcuma quanto a pimenta apresentaram algumas cetonas, 4 e 5 compostos respectivamente. A 1-(1H-pirrol-2-yl)-etanona está presente nos grupos controles e nas formulações teste, além da pimenta e das gotas de chocolate. Este volátil tem características odoríferas de avelã tostada (AKIYAMA, 2007) o que justifica a sua presença em todos os produtos indicados haja vista que todos passaram por processo térmico em alta temperatura, seja assado ou por torra. A 3,5-Dihydroxy-6-methyl-2,3-dihydro-4H-pyran-4-one mostrou-se presente apenas em duas fórmulas teste e na pimenta, o que reforça as características aromáticas de tostado (CUTZACH, 1997).

Com relação aos aldeídos, observou-se que os compostos pentanal e hexanal estavam presentes apenas nas amostras com maior concentração de pimenta, o que pode conferir aos produtos aromas mais frutados (BICAS, 2011). Já o 3-metil-hexanal apareceu apenas nas fórmulas testes com menos pimenta e nenhum desses compostos apareceram na pimenta pura, sendo um composto aromático encontrado também em carnes frescas. O benzaldeído foi evidenciado em todas as fórmulas testadas além da pimenta pura e das gotas de chocolate, fornecendo aroma amendoado, adocicado e frutado aos produtos (BAUER, 1985 e BASTOS, 2002). Observou-se que as formulações com mais pimenta e a pimenta pura foram as que apresentavam maior número de compostos voláteis no grupo dos aldeídos.

No grupo de aminas, foram identificados apenas dois compostos, sendo a trimetil-pirazina identificada em todas as formulações testadas e conferindo ao produto sabores terrosos e de frutos secos (DE MARIA, 2000).

No grupo dos álcoois, o composto acetato de isoamila e o 2-fenil-etanol foram os compostos mais presentes nas formulações testadas, sendo o segundo responsável por conferir aroma floral ao produto (CARVALHO, 2011).

No grupo dos terpenos, as formulações que receberam cúrcuma apresentaram os mesmos compostos voláteis, tais como α -Felandreno, α -curcumeno, Tumerona, Curlone, Ar-tumerone, Limoneno que a cúrcuma pura, evidenciando que a exposição a altas temperaturas não foi capaz de degradar os compostos voláteis, permanecendo as características naturais da cúrcuma. A presença do α -Felandreno e Limoneno, além de contribuírem para o aroma cítrico, conferem ao produto ações antihiperalgésica através da modulação da produção de citocinas inflamatórias, anti-inflamatória, antineoplásica e antimicrobiana (PICCINELLI, 2017). Já a presença do α -curcumeno contribui com uma pungência tipicamente identificada no gengibre (FELIPE, 2017) e os compostos Tumerona, Curlone, Ar-tumerone são responsáveis pelo aroma característico da cúrcuma (KASAI, 2017; DOSOKY, 2019).

Outros 16 compostos voláteis foram identificados na cúrcuma e não foram identificados nas formulações testadas, evidenciando que são termo lábeis. A cúrcuma isolada apresentou 21 dos 25 compostos voláteis identificados e classificados como Terpenos.

No grupo dos hidrocarbonetos, os compostos 1-metil-3-(1-metiletil)-benzeno e 7,11-dimetil-3-metileno-6,10-dodecatrieno foram identificados nas formulações com menor concentração de pimenta e os compostos 2,6-dimetil-6-(4-metil-3-pentenil)-biciclo[3.1.1]hept-2-eno e 5-(1,5-dimetil-4-hexenil)-2-metil-1,3-Ciclohexadieno em todas as formulações com cúrcuma.

No grupo dos ésteres, o composto volátil que foi identificado nas formulações com pimenta e na cúrcuma isolada foi o butanoato de etila, substância que caracteriza o aroma frutado de abacaxi (ZHANG, 2012 e BARRETO, 2013). Além disso, o composto volátil 4-metil-alfa-(1-metil-2-propenil)-metoxibenzeno foi identificado em todas as formulações com cúrcuma além do insumo isolado. Os resultados dos compostos voláteis podem ser visualizados na Tabela 5 e as áreas de superfície dos voláteis identificados nas formulações avaliadas na Tabela 6.

Tabela 5. Identificação dos compostos voláteis.

	LRI	Cúrcuma	Pimenta	Farinha de amêndoa	Chocolate	CC1AC	GC20P	FT1P2	FT2P4	FT3P6	FT4P8
Ácidos											
1	Ácido acético	1439		X	X	X	X		X	X	X
2	Ácido 2-metilpropanoico	1549		X	X						
3	Ácido 3-metilbutanóico	1651		X	X	X					
Cetonas											
4	Butanona	1066			X					X	
5	2,6-dimetil-4-heptanona	1178			X						
6	2,3,3-trimetilciclobutanona	1197	X								
7	2-metil-tetrahydrofuran-3-ona	1272		X							
8	Hidroxiacetona	1303		X							
9	6-metil-5-hepten-2-ona	1342	X								
10	2-Nonanol	1510	X								
11	2-acetilfurano	1515		X							
12	7-etil-4a,5,6,7,8,8a-hexahidro-1,4a-dimetil-, (1 α ,4 $\alpha\beta$,7 β ,8 $\alpha\alpha$)-2(1H)-Naftalenona	1668	X								
13	1-(1H-pirrol-2-yl)-etanona	1960		X		X	X	X	X	X	X
14	3,5-Dihydroxy-6-methyl-2,3-dihydro-4H-pyran-4-one	1970		X					X	X	
Aldeídos											
15	3-metil-butanal	1068			X						
16	Pentanal	1076								X	X
17	Hexanal	1095								X	X
18	Heptanal	1238			X						
19	3-metil-hexanal	1240						X	X		
20	2-metil-pentanal	1397	X								
21	3-furaldeído	1469		X							
22	Benzaldeído	1527		X		X	X	X	X	X	X
23	5-metil-2-furancarboxaldeído	1599		X							
Aminas											
24	Trimetil Pirazina	1415				X	X	X	X	X	X

Comentado [RR4]: aroma de café

Comentado [RR5R4]:

25	Tetrametil Pirazina	1478			X	X					
Alcool											
26	3-metil-2-butanol	1109			X						
27	acetato de isoamila	1114		X		X	X	X	X	X	X
28	4 - (4-metilpent-3-enil) -3,6-di-hidro-1,2-ditina	1153					X			X	X
29	3-metil-1-butanol	1196		X							
30	Eucaliptol	1212	X	X			X			X	X
31	1-Pentanol	1240			X	X					
32	2-heptanol	1311	X								
33	1-hexanol	1345		X				X	X		
34	1-octen-4-ol	1472		X							
35	2-nonanol	1510	X								
36	2-furilmetanol	1650		X							
37	Álcool benzílico	1861		X							
38	2-fenil-etanol	1900		X	X	X	X	X	X	X	X
39	(Z)- α -Bergamotol	2006	X								
40	3,3,6-trimetil-1,5-heptadien-4-ol	2102	X								
41	3,3,4-trimetil-4-(4-metilfenil)ciclopentanol	2285	X								
Terpenos											
42	α -Felandreno	1197	X				X	X	X	X	X
43	Limoneno	1208	X	X		X	X	X	X	X	X
44	o-cimeno	1273	X								
45	γ -terpineno	1286	X								
46	Cariofileno	1602	X								
47	cis- β -farneseno	1658	X								
48	L- α -terpineol	1698						X			
49	β -bisaboleno	1724	X								
50	β -curcumeno	1737	X								

Comentado [RR6]: Presente na cannabis

51	β -sesquifelandreno	1769	X								
52	α -curcumeno	1780		X	X		X	X	X	X	X
53	cis-lanceol	1883	X								
54	1,2-epóxi-humuleno	1917	X								
55	α -calacoreno	1963	X								
56	β -bisabolol	2142	X								
57	β -santalol	2056	X								
58	hidrato de cis-sesquisabineno.	2092	X								
59	3,7(E),9-trieno-megastigma	2147	X								
60	(\pm)-trans-nuciferol	2157	X								
61	Tumerona	2174	X		X		X	X	X	X	
62	Curlone	2238	X				X	X	X	X	X
63	Ar-tumerone	2253	X	X	X		X	X	X	X	X
64	cis- α -Bisaboleno	1675	X								
65	α -Bisaboleno	1847									
66	3-metil-2-buten-1-ol	1307			X						
Hidrocarbonetos											
67	1-metil-3-(1-metiletil)- benzeno,	1278	X					X	X		
68	1,7-dimetil-7-(4-metil-3-pentenil)tríciclo[2.2.1.0(2,6)] heptano	1576	X								
69	2-metil-3-metileno-2-(4-metil-3-pentenil)-Bíciclo[2.2.1]heptano,	1637	X								
70	3,3,6,6-tetrametil-, (1 α ,2 β ,4 β ,5 α) tríciclo[3.1.0.0(2,4)]hexano,	1652	X								
71	7,11-dimetil-3-metileno-6,10-dodecatrieno	1673						X	X		
72	2,6-dimetil-6-(4-metil-3-pentenil)-bíciclo[3.1.1]hept-2-eno	1687	X	X	X		X	X	X	X	X
73	5-(1,5-dimetil-4-hexenil)-2-metil-1,3-Ciclohexadieno	1730	X		X		X	X	X	X	X
74	4-metil-1-(1-metiletil)- Bíciclo[3.1.0]hex-2-eno,	1736	X		X						
75	Acetate de, 4-metileno-1-(1-metiletil)-Bíciclo[3.1.0]hexan-3-ol	1795	X								
76	1,1'-(1,1,2,2-tetrametil-1,2-ethanediy)bis- Benzeno	1878	X								
77	3,3,5,5-tetrametilciclopenteno	1906	X								

Comentado [RR7]: Presente no maracujá

Comentado [RR8]: Está no açafão

Comentado [RR9]: Passar para Terpeno

78	1-(1-propinil)- Ciclohexeno	1926	X					
79	1-metil-3,5-bis(1-metiletil)- benzeno,	1946	X					
80	4b,5,6,7,8,8a,9,10-octahidro-1-metilfenantreno	1983	X					
81	2,6,6-trimetil-3-(2-propenil)-, (1 α ,2 β ,3 α ,5 α)-biciclo[3.1.1]heptano	2024	X					
82	4,6,6-trimetil-2-(3-metilbuta-1,3-dienil)-3-oxatriciclo[5.1.0.0(2,4)]octana	2044	X					
83	cis-8-isopropilbiciclo[4.3.0]non-3-eno	2074	X					
84	1-metil-4-[(2-propeniloxi)metil]-benzeno	2081	X					
85	1-(1,3-dimetil-1,3-butadienil)-2,2,6-trimetil-7-oxabicyclo[4.1.0]heptano	2309	X					
86	6-isopropenil-4,8a-dimetil-4a,5,6,7,8,8a-hexahidro-1H-naftalen-2-ona	2328	X					
87	1,7-dimetil-4-isopropil-, bis(3,5-dinitrobenzoate) Biciclo[3.2.1]oct-6-eno-6,8-dimetanol	2347	X					
Éter								
88	metil-oxirano	1597	X					
Éster								
89	Acetato de vinila	107	X					
90	Butanoato de etila	1084	X		X	X	X	X
91	Butirolactona	1635		X				
92	acetato de metil (3-oxo-2-(2-pentenil-ciclopentila)	1993	X					
93	3-metil-2-butenato de 2,6-dimetilnon-1-en-3-in-5-ila	2013	X					
94	3-metil-2-butenato de 2,7-dimetiloct-7-em-5-in-4-ila	2169	X					
95	o-toluato de tridec-2-inila	2191	X					
96	Éster etil 2-nitropropanoato	1526		X				
97	4-metil-alfa-(1-metil-2-propenil)- metoxibenzeno	2004	X		X	X	X	X
Outros								
98	Acetoína	1280					X	
99	Furfural	1460						X
100	2-isopropoxi-etilamina	1555		X				
101	4-nitro-fenol	1912	X					

Comentado [RR10]: mover para éster

Comentado [RR11]: mover para éster

Legenda: GC1AC= *brownie* sem pimenta e com açúcar;
 GC20P=*brownie* com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e sem pimenta;
 FT1P2=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 2g de pimenta;
 FT2P4=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 4g de pimenta;
 FT3P6=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 6g de pimenta;
 FT4P8=*brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 8g de pimenta.

Tabela 6. Percentuais de área de superfície das formulações analisadas

Classe	Composto Volátil	Formulações					
		GC1AC	GC20P	FT1P2	FT2P4	FT3P6	FT4P8
Ácidos	Acido acético	8,0	6,17		6,36	6,45	3,79
	Ácido 3-metilbutanóico	7,2					
Álcool	acetato de isoamila	8,5	2,38	3,78	2,49	2,69	3,9
	1-Pentanol	1,4					1,79
	2-fenil-etanol	5,8	2,29	1,33	1,14	1,32	1,87
	4- (4-metilpent-3-enil) -3,6-di-hidro-1,2-ditina		0,58				0,69
	Eucaliptol		1,28			3,25	4,46
	1-hexanol			1,14	0,55		
Aldeídos	Pentanal					0,91	1,12
	Hexanal					0,73	1,22
	Tetrametil Pirazina	0,9					
	Benzaldeído	36,5	11,14	14,26	8,67	10,57	11,1
	3-metil-hexanal			1,09	0,23		
Aminas	Trimetil Pirazina	9,9	3,4	1,86	2,17	2,12	
	1-(1H-pirrol-2-yl)-etanona	2,6	0,96	0,57	0,61	0,75	0,13
Cetonas	3,5-Dihydroxy-6-methyl-2,3-dihydro-4H-pyran-4-one				5,02	0,92	
	Butanona					0,93	
Ester	4-metil-alfa-(1-metil -2-propenil)- metoxibenzeno		1,66	0,62	0,91	0,43	1,6
	Butanoato de etila			4,62	4,64	4,44	4,7

Hidrocarboneto	5-(1,5-dimetil-4-hexenil)-2-metil-1,3-Ciclohexadieno	11,40	9,07	9,45	10,15	12,44	
	2,6-dimetil-6-(4-metil-3-pentenil)-biciclo[3.1.1]hept-2-eno	2,34	0,85	2,67	0,73	1,12	
	1-metil-3-(1-metiletil)-benzeno		4,49	3,05			
	7,11-dimetil-3-metileno-6,10-dodecatrieno		1,08	0,84			
Terpenos	Limoneno	19,3	13,67	25,13	19,37	12,52	14,47
	α -Felandreno		1,80	4,92	3,38	2,08	2,35
	α -curcumeno		27,39	4,43	9,89	11,75	5,32
	Tumerona		8,35	4,33	4,08	5,9	5,23
	Curhone		2,75	4,38	4,04	5,58	7,13
	Ar-tumerone		2,43	11,56	10,46	15,26	14,14
	L- α -terpineol			0,41			
Outros	Furfural					1,43	

Legenda: GC1AC= brownie sem pimenta e com açúcar;

GC20P=brownie com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e sem pimenta;

FT1P2=brownie teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 2g de pimenta;

FT2P4=brownie teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 4g de pimenta;

FT3P6=brownie teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 6g de pimenta;

FT4P8=brownie teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 8g de pimenta.

9 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos no presente estudo, ficou evidenciado que a formulação que obteve maior aceitação global (FT1P2 - brownie teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 2g de pimenta e FT2P4 - brownie teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 4g de pimenta) na análise sensorial, pode ser uma boa alternativa para comercialização de um novo produto. Entre os compostos voláteis mais importantes que foram detectados, destacam-se o Limoneno, Benzaldeido, Ar tumerone, α -Curcumeno. Considerando as preparações mais aceitas na análise sensorial, os voláteis Limoneno, Benzaldeido, Ar tumerone apresentam-se em maiores percentuais de superfície de área. Os voláteis Limoneno e Benzaldeido são os responsáveis por conferir com aromas cítricos, frutados, amendoado e adocicado ao produto.

As formulações com maiores concentrações de pimenta (FT3P6 - brownie teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 6g de pimenta e FT4P8 - brownie teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 8g de pimenta) possuem os voláteis supracitados, entretanto em menor percentuais de área de superfície sugerindo o motivo da menor aceitação.

É interessante observar que o Ar tumerone possui uma relação inversamente proporcional a concentração de pimenta e que o α -Curcumeno apresenta menor percentual de superfície de área na presença concomitante da pimenta.

11 REFERENCIAS

- AKIYAMA, M et al. **Analysis of the Headspace Volatiles of Freshly Brewed Arabica Coffee Using Solid-Phase Microextraction.** Journal of Food Science, no. 72, v. 7.2007
- AMALRAJ, A et al. **Biological activities of curcuminoids, other biomolecules from turmeric and their derivatives - A review.** Journal of Traditional and Complementary Medicine, v. 7, p. 205-233. 2017.
- ARSHAD, L. **An overview of structure–activity relationship studies of curcumin analogs as antioxidant and anti-inflammatory agents.** Future Med. Chem, 2017.
- BARRETO, L.C.O. **Characterization and extraction of volatile compounds from pineapple (Ananas comosus L. Merrill) processing residues.** Food Sci. Technol, no. 33, v. 4, p. 638-645. 2013
- BASTOS, D.H.M et al. **Composição de voláteis e perfil de aroma e sabor de méis de eucalipto e laranja.** Ciênc. Tecnol. Aliment, no. 22, v.2, p.122-129. 2002
- BAUER, K. & GARBE, D. **Common fragrance and flavor material: preparation, properties and uses.** Weihein: VHC, 1985.
- BELORKAR S.A.; GUPTA A.K. **Oligosaccharides: a boon from nature's desk.** AMB Express, no. 6, v. 1, p.82. 2016.
- BIANCO, A. C. **Hormônios tireóideos, UCPs e termogênese.** Arq Bras Endocrinol Metab, São Paulo, no. 4, v. 44, Agosto. 2000.
- BICAS, J.L. et al. **Volatile constituents of exotic fruits from Brazil.** Food Research International, no. 44, p.1843–1855. 2011.
- BRASIL. Congresso. Senado. Resolução n.º 18, de 1999a. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, DF.
- BRASIL. Congresso. Senado. Resolução n.º 19, de 1999b. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, DF
- BRASIL. Congresso. Senado. Resolução n.º 360, de 2003. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, DF
- BRASIL. Congresso. Senado. Resolução n.º 48, de 2010. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, DF.
- CANUTO, K.M. **Volatile chemical composition of mango fruit 'Tommy Atkins', cultivated in São Francisco Valley, at different stages of maturity.** Quím. Nova, no.9, v.32, São Paulo. 2009.

- CARLSON, J.L. et al. **Health Effects and Sources of Prebiotic Dietary Fiber**. *Curr Dev Nutr*, no.2, v.3. 2018.
- CARVALHO, D.S. **Produção de aroma frutal por linhagens de Neurospora sp em meios sintéticos e resíduos agroindustriais**. 2011. 174 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2011.
- CECILIO FILHO, A. B. et. al. **Cúrcuma: planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais**. *Ciência Rural*. Santa Maria, no. 1, v. 30. 2000.
- COSTA, N.M.B.; ROSA, C.O.B. **Alimentos Funcionais: Componentes Bioativos e Efeitos Fisiológicos**. Rubio: Rio de Janeiro. 504p. 2016
- COUNDRAY, C. et al. **Effect of soluble or partly soluble dietary fibres supplementation on absorption and balance of calcium, magnesium, iron and zinc in healthy young men**. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 51, p.375-380, 2003.
- COUTINHO, N.M. ; SILVEIRA, M. R. ; PIMENTEL, T. C. ; FREITAS, M. Q. ; MORAES, J. ; FERNANDES, L. M. ; SILVA, M. C. ; RAICES, R. S.L. ; RANADHEERA, C. S. ; BORGES, F. O. ; NETO, R. P.C. ; TAVARES, M. I.B. ; FERNANDES, FABIANO A.N. ; NAZZARO, F.; RODRIGUES, S. ; CRUZ, A. G. . **Chocolate milk drink processed by cold plasma technology: Physical characteristics, thermal behavior and microstructure**. *Lwt-Food Science and Technology*, v. 102, p. 324-329, 2019.
- CUTZACH, I. **Identification of Volatile Compounds with a “Toasty” Aroma in Heated Oak Used in Barrelmaking**. *J. Agric. Food Chem*, no. 45, p. 2217–2224.1997.
- DA SILVA, A. S. S. et al. **Frutoligossacarídeos: fibras alimentares ativas**. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, Curitiba, n.2, v.25, p.295-304, 2007.
- DE MARIA, C.A.B. et al. **Componentes voláteis do café torrado. Parte I. Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos**. *Química Nova*, no. 22, v. 2.1999.
- DE MARIA, CAB et al. **Componentes voláteis do café torrado. Parte II. Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos**. *Química Nova*, no. 23, v. 2. 2000
- DEHGHAN, M et al. **Associations of fats and carbohydrate intake with cardiovascular disease and mortality in 18 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study**. *Lancet*, no. 390, p. 2050–62, 2017.
- DI MARTINO, R.M.C. et al. **Recent progress on curcumin-based therapeutics: a patent review (2012-2016). Part I: Curcumin**. *Expert Opinion on Therapeutic Patents*, 2017.

- DOSOKY, NS. **Variations in the Volatile Compositions of Curcuma**. Species Foods, no. 8, v. 53. 2019.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 531 p. 2013.
- EUROMONITOR INTERNATIONAL. 8 Tendências em Alimentos para 2018, 2018.
- EUROMONITOR INTERNATIONAL. Top 10 Global Consumer Trends for 2017, 2017.
- FELIPE, L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais Quím. Nova, 39:2. 2017.
- FLORES-MALTOS, D.A. et al. **Biotechnological production and application of fructooligosaccharides**. Critical Reviews in Biotechnology, 2014.
- GHASEMIAN, M; OWLIA, S; OWLIA, M.B. **Review of Anti-Inflammatory Herbal Medicines**. Advances in Pharmacological Sciences, 2017.
- GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M. B. **Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics**. Journal of Nutrition, Cambridge, no 6, v.125, p.1401- 1412, 1995.
- GIBSON,G. R et al. **The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics**. Nature Reviews | Gastroenterology & Hepatology, v.14, 2017.
- GISSLEN, W. **Panificação e confeitaria profissionais**.5ª edição. São Paulo: Manole, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR (IDEC). **O açúcar que você não vê**. 2014. Disponível em <https://idec.org.br/o-acucar-que-voce-nao-ve>. Acesso em 18/10/2019
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 – POF**. 2010. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>. Acesso em 15/10/2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA (IBOPE). **O mercado do cacau como oportunidade para os pequenos negócios**. 2013. Disponível em http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/10/2014_07_31_BO_Maio_Agronegocio_Cacau_pdf.pdf. Acesso em 22/11/2019.

- JUNIOR, S.B et al. **Analysis of volatile compounds in Capsicum spp. By headspace solid-phase microextraction and GC x GC-TOFMS.** Anal. Methods, no. 7, p. 521-529, 2015.
- KASAI H, ISHII H, YAOITA H, IKEGAMI-KAWAI M. **Analysis of Volatile Compounds of Curcuma longa (Turmeric) and Investigation of the Antioxidant Activity of Rhizome Extracts.** Med Aromat Plants, no. 6, v. 302. 2017.
- KIDA, R et al. **Direct action of capsaicin in brown adipogenesis and activation of brown adipocytes.** Cell Biochem Funct, no. 34, p. 34–41, 2016.
- KORKMAZ, A et al. **Evaluation of the volatile compounds of fresh ripened Capsicum annum and its spice pepper (dried red pepper flakes and isot).** Food Science and Technology, no. 84, p. 842-850, 2017.
- LE CORDON BLEU. **Petit Larousse do Chocolate.** São Paulo: Larousse, 2010.
- LIGARNASARI, I.P.; ANAM, C and SANJAYA, A.P. **Physical, chemical and sensory properties of brownies substituted with sweet potato flour (Ipomoea batatas L.) with addition of black cumin oil (Nigella sativa L.).** International Symposium on Food and Agro-biodiversity (ISFA) 2017.
- MANCINI, M. C. **Noções fundamentais – diagnóstico e classificação da obesidade.** Cirurgia da Obesidade. São Paulo, Ed: Atheneu, p.1-7, 2003
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques.** Boca Raton: CRC Press. 2007. 218 p.
- MOON, H.J. **Biotechnological production of erythritol and its applications.** Appl Microbiol Biotechnol, no. 86, p.1017–1025, 2010.
- OSTA, M.F.; PIMENTEL, T.C.; GUIMARAES, J.T.; BALTHAZAR, C.F.; ROCHA, R.S.; CAVALCANTI, R.N.; ESMERINO, E.A.; FREITAS, M.Q.; RAICES, R.S.L.; SILVA, M.C.; CRUZ, A.G. **Impact of prebiotics on the rheological characteristics and volatile compounds of Greek yogurt.** Lwt-Food Science and Technology, v. 105, 371-376, 2019.
- PATCHARATRAKUL, T; GONLACHANVIT, S. **Chili Peppers, Curcumins, and Prebiotics in Gastrointestinal Health and Disease.** Curr Gastroenterol Rep, no. 18, v.19, 2016.
- PEREIRA, D. I; GIBSON, G. R. **Effects of consumption of probiotics and prebiotics on serum lipid levels in humans.** Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology, v.37, p.259-281, 2002.

- PERES, A.S.; VARGAS, E.G.A.; SOUZA, V.R.S. **Propriedades funcionais da cúrcuma na suplementação nutricional**, Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico, no. 1, p. 218-229. 2015.
- PICCINELLI, A.C. **Avaliação das atividades antinociceptiva e antidepressiva do óleo essencial dos frutos de *Schinus terebinthifolius* e dos compostos (R)-(+)-limoneno e afelandreno em roedores**. Dourados, MS : UFGD. 2017.
- PRIYADARSINI, KI. **The Chemistry of Curcumin: From Extraction to Therapeutic Agent**. Molecules, no. 19, p. 20091-20112, 2014.
- REMAUD-SIMON, M.; WILLEMOT, R-M.; SARÇABAL, P.; MONTALK, G. P.; ROBERFROID, M. **Prebiotics: The Concept Revisited**. The Journal of Nutrition, no. 137, p. 830S–837S, 2007.
- RIBEIRO, C. S. C. et al. **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008.
- SAMPAIO, KL. **Identificação do perfil de voláteis e caracterização de seus impactos odoríferos em water phase e essências naturais de caju (*Anacardium Occidentale L.*)** 2007. 172 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.
- SILVA FILHO, C. R. M da. et. al.. **Avaliação da bioatividade dos extratos de cúrcuma (*Curcuma longa L.*, Zingiberaceae) em *Artemia salina* e *Biomphalaria glabrata***. Rev. Bras. Farmcogn, no.19, v. 4, Out./Dez. 2009.
- SILVEIRA, E. O. **Desenvolvimento de bebida láctea achocolatada de cabra contendo *Bifidobacterium lactis*, inulina e Frutooligossacarídeos**. 2014. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.
- SILVEIRA, M.R.; COUTINHO, N.M.; ESMERINO, E.A.; MORAES, J; FERNANDES, L.M.; PIMENTEL, T.C.; FREITAS, M.Q.; SILVA, M.C.; RAICES, R.S.L.; SENAKA RANADHEERA, C., BORGES, F.O.; NETO, R.P.C.; TAVARES, M.I.B.; FERNANDES, F.A.N.; FONTELES, T.V.; NAZZARO, F; RODRIGUES, S; CRUZ, A.G. **Guava-flavored whey beverage processed by cold plasma technology: Bioactive compounds, fatty acid profile and volatile compounds**. Food Chemistry, v. 279, 120-127, 2019.
- SPIEGEL, J.E. et al. **Safety and benefits of fructooligosaccharides as food ingredients**. Food Technology, Boston, v.48, p.85-89, 1994.
- STANIĆ, Z. **Curcumin, a Compound from Natural Sources, a True Scientific Challenge – A Review**. Plant Foods Hum Nutr, no. 72, p.1–12. 2016.

- STRINGHETA, P.C. et al. **Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil**. Rev. Bras. Cienc. Farm. [online], n. 2, v. 43, p.181-194. 2007.
- TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS / NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.. -- Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p
- TAVARES, L. S. **Biscoito doce de okara com tofu e frutooligossacarídeos**. 2018. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2018.
- TRAJANO, A. L. **Misture a Gosto – Glossário de Ingredientes do Brasil**, São Paulo – SP, Ed. Melhoramentos, 338p, p. 184, 2015
- VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D., J. **Chromatogr.** no. 11, p. 463-471. 1963
- VARGHESE, S et al. **Chili pepper as a body weight-loss food**. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, 2016.
- WANG, X.; GIBSON, G.R. **Effects of the in vitro fermentation of oligofructose and inulin by bacteria growing in the human large intestine**. Journal of Bacteriology, Cambridge, v.74, n.4, p.373. 380, 1993.
- WILKEN, R et al. **Curcumin: A review of anti-cancer properties and therapeutic activity in head and neck squamous cell carcinoma**. Mol Cancer, no. 10, v. 12, 2011.
- WONG, C-H. **Enzymatic and chemoenzymatic synthesis of carbohydrates**. Pure Applied Chemistry, New York, v. 67, n. 10, p. 1609-1616, 1995.
- YAMASHITA, K.; KAWAI, K.; ITAKAMURA, M. **Effects of frutooligosaccharids on blood-glucose and serum lipids in diabetic subjects**. Nutrition Research, Fukuoka, v.4, p.961-966, 1984.
- ZHANG, X *Volatile compounds in fresh-cut pineapple heated at different temperatures*. Journal of Food Processing and Preservation. 2012
- ZHENG, J et al. **Dietary capsaicin and its anti-obesity potency: from mechanism to clinical implications**. Bioscience Reports, 2017.