



Análise de compostos voláteis e análise sensorial de *brownie* "low carb" enriquecido com *Curcuma longa* e *Capsicum baccatum*

Flávio Roberto da Silva Jandorno, Ana Carolina Ramos da Silva, Renata Santana Lorenzo

Raices, Luciana Cardoso Nogueira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

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 relacionar a análise sensorial e de compostos voláteis. As formulações foram preparadas tendo dois grupos controles e quatro formulações teste, onde variavam as concentrações de pimenta. A análise sensorial foi feita pelo método afetivo e os compostos voláteis por micro extração em fase sólida (MEFS), seguida de análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG-EM). Foi realizado análise de variância utilizando o Teste de Tukey, considerando significativo um $p < 0,05$. Os resultados da análise sensorial evidenciaram que os produtos que continham pimenta e cúrcuma foram melhor avaliados ao serem comparados aos grupos controle no quesito sabor, aroma e textura e não apresentaram diferença significativa no quesito aparência. Na aceitação global, foi possível verificar que os produtos com menores concentrações de pimenta (2g e 4g) foram mais bem aceitos dos que os com maior concentração (6g e 8g) ou sem pimenta.

Palavras-chave: cúrcuma; pimenta; eritritol; compostos voláteis; análise sensorial.



1 INTRODUÇÃO

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

Suportado por dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), que colocam o Brasil como quarto maior consumidor mundial de sacarose em toneladas (IDEC, 2014), 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 vem crescendo apoiado por melhoria da educação e facilidade de informação, motivando a busca por alternativas de consumo de produtos mais saudáveis. Segundo pesquisa realizada pela agência *Euromonitor International*, divulgada em fevereiro de 2017, a venda de produtos naturais cresceu cerca de 12,3% ao ano, entre 2012 e 2016. Por consequência, a indústria de alimentos e bebidas saudáveis rendeu R\$ 93,6 bilhões, em 2016, colocando o Brasil em quinto lugar no ranking dos principais países que atuam no setor. Os consumidores, mesmo com seu paladar historicamente doce, buscam opções com menos ingredientes prejudiciais à saúde, como o açúcar refinado, e cresce a busca pelos alimentos classificados como funcionais (Euromonitor International, 2017).

Foi publicado recentemente uma pesquisa onde foram apresentadas as oito megatendências em alimentos embalados mais influentes em 2018. Essas megatendências, que compartilham impulsionadores em comum, possuem o poder de



transformar categorias de produtos ao mesmo tempo em que fornecem crescimento sustentável e relevância para empresas que conseguem obter sucesso nessas 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 descrita em duas tendências menores: o retorno ao consumo de alimentos naturais e não ultra processados bem como os naturalmente funcionais. O “Naturalmente Funcional” é focado na grande tendência da saúde intestinal, que está ligada à saúde e ao desempenho mental. A ascensão 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, utilizando a relação da ingestão de alimentos com a longevidade da população. Os alimentos funcionais são definidos, como alimentos processados ou não, usados em uma dieta tradicional, porém com benefícios fisiológicos (Costa, 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, 1999).

A cúrcuma (*Curcuma 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 antilipídica (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, antioxidante, afrodisíaca, antidepressivo, atua no sistema cardiovascular, no trato gastrointestinal, ação anticarcinogênicas, analgésico, hipoglicêmico e antidiabético (Zheng et al, 2017).

Nesse sentido, foi elaborado uma sobremesa com extrema popularidade no mercado a partir da formulação de um *brownie*, sem adição de açúcares. Esta sobremesa foi desenvolvida utilizando chocolate com 80% de teor de sólidos de cacau, acrescido das propriedades funcionais oriundas da *Curcuma longa* e da *Capsicum baccatum*, tornando-a fonte de fibras pela adição de um produto à base de frutooligosacarídeo Fosvita® (FOS). O *brownie* foi adoçado com eritritol (adoçante biológico), um álcool polihídrico, produzido por via fermentativa aeróbica de sacarose por *Trichosporon pullulans*.

Para compreender a presença, a funcionalidade dos princípios bioativos no produto criado e a aceitação do mesmo, foi realizada a determinação dos compostos voláteis por MEFS-CG-EM e análise sensorial por teste afetivo.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

MATÉRIA-PRIMA

Os insumos para desenvolvimento das formulações do produto foram adquiridos nos mercados do Rio de Janeiro – RJ e São Paulo – SP, com as seguintes especificações:

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; 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; ovos brancos in natura produzidos em Itanhandu – MG, pela Mantiqueira Alimentos Ltda., apresentados em cartela com 30 unidades de ovos brancos, tipo grande, classe A, registrado no Ministério da Agricultura com o SIF/DIPOA No. 0239/3722; eritritol adquirido a granel de NTZ Comércio de Alimentos Eireli, produzido na China por Baolingbao Biology Co. e importado por Brasbol Importadora e Exportadora Ltda., São Paulo – SP; 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; cúrcuma em pó adquirido a granel de NTZ Comércio de Alimentos Eireli, fornecido por Emporium Importadora e Distribuidora de Alimentos., Itapecerica da Serra – SP; pimenta dedo-de-moça adquirida in natura em feira livre na região metropolitana do Rio de Janeiro – RJ.



Os demais insumos para a formulação controle, açúcar e farinha de trigo foram adquiridos no comércio varejista do Rio de Janeiro das marcas União e Primor, fabricados respectivamente por CAMIL Alimentos S/A e BUNGE Alimentos S/A.

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, que consiste no método *pain de l'eau* (pão de ló) modificado, quando 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 (Le Cordon Bleu, 2010; Gisslen, 2011; Ligarnasari, 2017).

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 a tabela abaixo (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 a cúrcuma (TABELA 1).

Estabelecida a GC20P, foram derivadas dela 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 de formulações abaixo (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</i> desidratada (g)	<i>baccatum</i> 0	0	2	4	6	8

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

Elaboradas as seis formulações, as mesmas foram dispostas em formas de alumínio forradas com papel manteiga e forneadas em forno turbo a gás modelo FTT-150 da marca Tedesco seguindo o tempo e temperatura conforme a tabela abaixo (TABELA 2).



TABELA 2 – Temperatura de forno e tempo de forneamento dos *brownies* controle I, controle II e formulações teste I, II, III e IV.

	°C inicial	°C 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

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

EMBALAGEM E ARMAZENAGEM

Após o forneamento, os *brownies* foram resfriados à 30°C em grades para 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 Gelopar GTPC-575, e 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.

ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi constituída de teste afetivo com 75 consumidores (40 mulheres, 35 homens, 18- 62 anos) que foram recrutados aleatoriamente no Campus Rio de Janeiro do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Foram



avaliados os seguintes atributos: aparência, cor, aroma, sabor e 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* (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:

ANÁLISE ESTATÍSTICA

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

ANÁLISES DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS

Os compostos voláteis foram analisados por micro extração em fase sólida seguida por cromatografia gasosa acoplada a 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 50/30 μ m de espessura com Divinilbenzeno / Carboxen / Polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS) (Supelco, Bellefonte, PA, EUA). Após o tempo de equilíbrio de 20 minutos à $40 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ 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 extraindo 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: 1 mL min^{-1} ; programação do forno cromatográfico, 45°C por 5 minutos, com rampa de temperatura de $10^{\circ}\text{C min}^{-1}$ até 80°C , seguido de nova rampa a $5^{\circ}\text{C min}^{-1}$ até 240°C mantido por 15 minutos; coluna – CP-Wax 52 CB 60 m x 0,25 mm x 0,25 μ m 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).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise sensorial, foi observado que apenas a aparência não apresentou diferenças significativas entre as amostras.

No item aroma, notou-se que os produtos que continham pimenta tiveram uma avaliação de aroma significativamente melhor (de 19,67% a 29,51%) do que os produtos sem a pimenta. A preferência por estas amostras pode ser justificada pela presença desses compostos voláteis, compostos também encontrados no trabalho de Korkmaz e colaboradores, que avaliaram compostos voláteis de pimenta madura fresca e desidratada em flocos (Korkmaz et. al., 2017) e no estudo de Junior e colaboradores, que avaliaram os compostos voláteis de 3 tipos de pimentas brasileiras verdes e maduras (Junior et al, 2015). Outra justificativa, pode ser a presença do butanoato de



etila para a preferência das amostras que continham pimenta. Segundo Canuto e colaboradores, a presença deste éster, mesmo que em quantidades pequenas (1,30%), é o constituinte de maior impacto em uma análise olfativa (Canuto et al, 2009).

No quesito sabor, as formulações com concentrações de dois, quatro e seis gramas de pimenta, apresentaram preferência significativamente maior (de 16,67% a 27,78%) do que as formulações sem pimenta, entretanto, a formulação com a maior concentração de pimenta, não apresentou diferença significativa das demais.

A mesma análise pôde ser feita para a textura. Os grupos com pimentas na concentração de dois a seis gramas foram melhor avaliados (de 26,92% a 32,69%) em relação ao controle, entretanto, o produto com a maior concentração, não apresentou diferença entre as amostras.

Já na aceitação global, os produtos melhores avaliados foram os com concentração menor em pimenta (41,18% a 49,02%) e os piores avaliados foram as formulações isentas de pimenta (de -31,58% a -32,89%), com diferença significativa.

Ao analisar os controles para avaliar se a presença da cúrcuma isolada traria algum benefício na análise sensorial, foi possível observar que ela sozinha não altera a análise sensorial; entretanto, associada à pimenta em determinadas concentrações (de 2g a 6g), foi percebido a melhora dessa aceitação nos quesitos aroma (17,74% a 27,42%), sabor (10,53% a 21,05%), textura (13,79% a 18,97%) e aceitação global (38,46% a 46,15%).

Com relação ao IA, as formulações FT1P2, FT2P4 e FT4P8 foram considerados com boa aceitação.

Estes resultados podem ser visualizados na tabela 3 e no gráfico 1.

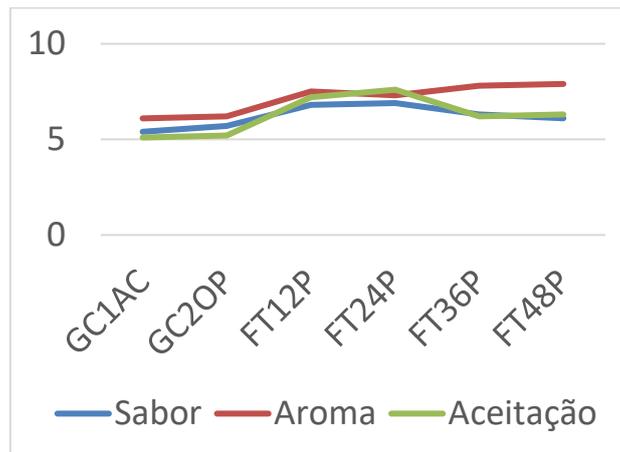
TABELA 3 – Análise sensorial de *Brownies*

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

Resultados expressos em média ± desvio padrão. Resultados 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. 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 e FT4P8= *brownie* teste com cúrcuma, farinha de amêndoas, eritritol e 8g de pimenta.

De acordo com os dados dos 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).

Gráfico 1. Comparação entre aceitação, sabor de aroma dos *Brownies*



Resultados expressos em média. Resultados 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. 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 e 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 na formulação padrão com açúcar, o que pode justificar sua baixa aceitação, visto que esse ácido possui odor forte e desagradável de manteiga rançosa.

Ao analisar as cetonas, notou-se que tanto a cúrcuma quanto a pimenta apresentaram algumas cetonas, 4 e 5 compostos respectivamente. A 2-acetil-pirrol está presente nos grupos controles e nas formulações teste, além da pimenta e das gotas de chocolate. Este volátil tem características odoríferas de avela tostada, o que sustenta a sua presença em todos os produtos indicados haja vista que todos passaram



por processo térmico em alta temperatura, seja assado ou por torra. E a 3,5-dihidroxi-6-metil-2,3-dihidro-4H-piran-4-ona está presente apenas em duas fórmulas teste e na pimenta, e reforça as características aromáticas de tostado.

Com relação aos aldeídos, observou-se que os compostos pentanal e hexanal estão presentes apenas nas amostras com maior concentração de pimenta, o que podem conferir aos produtos aromas mais frutados, já o 3-metil-hexanal apareceu apenas nas fórmulas testes com menos pimenta e nenhum desses compostos aparecem na pimenta pura, 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 aos produtos. Observou-se que as formulações com mais pimenta e a pimenta pura foram os que apresentam 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.

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.

No grupo dos terpenos, as formulações que receberam cúrcuma apresentaram os mesmos compostos voláteis 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, possuem ações anti-hiperalgésica 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 e os compostos Tumerona, Curlone, Ar-tumerone são responsáveis pelo aroma característico da cúrcuma.

Outros 16 compostos foram identificados na cúrcuma e não foram identificados nas formulações testadas, evidenciando que são termo lábeis. A cúrcuma isolada apresentou 21 dos 25 compostos identificados 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. 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 4.

TABELA 4 – Identificação dos compostos voláteis

	LRI	Cúrcuma	Pimenta	Farinha de amêndoas	Chocolate	CC1AC	GC20P	FT1P2	FT2P4	FT3P6	FT4P8
Ácidos											
1	Ácido acético	1439	X	X	X	X	X		X	X	X
2	Ácido 2-metilpropanoico	1549	X	X	X						
3	Ácido 3-metilbutanóico	1651	X	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-metiltetrahydrofuran-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-, (1a,4aβ,7β,8aα)-2(1H)-Naftalenona	1668	X							
13	2-acetilpirrol	1960		X		X	X	X	X	X
14	3,5-dihidroxi-6-metil-2,3-dihidro-4H-piran-4-ona	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
23	5-metil-2-furancarboxaldeído	1599		X						
Aminas										
24	Trimetil Pirazina	1415			X	X	X	X	X	X
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
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
31	1-Pentanol	1240			X	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	Alcool benzílico	1861		X						
38	2-fenil-etanol	1900		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
43	Limoneno	1208	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							
51	β-sesquifelandreno	1769	X							
52	α-curcumeno	1780		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	(±)-trans-nuciferol	2157	X							
61	Tumerona	2174	X	X			X	X	X	X
62	Curione	2238	X				X	X	X	X
63	Ar-tumerone	2253	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)-Biciclo[2.2.1]heptane,	1637	X							
70	3,3,6,6-tetrametil-, (1a,2β,4β,5a)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)-bicyclo[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)-Bicyclo[3.1.0]hex-2-eno,	1736	X		X						
75	Acetate de, 4-metileno-1-(1-metiletil)-Bicyclo[3.1.0]hexan-3-ol	1795	X								
76	1,1'-(1,1,2,2-tetrametil-1,2-ethanedilyl)bis- Benzeno	1878	X								
77	3,3,5,5-tetrametilciclopenteno	1906	X								
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)-bicyclo[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-isopropilbicyclo[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) Bicyclo[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	X
Outros											
98	Acetoina	1280			X						
99	Furfural	1460									X
100	2-isopropoxi-etilamina	1555		X							
101	4-nitro-fenol	1912	X								

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



4 CONCLUSÃO

Diante dos resultados, ficou evidenciado que a formulação escolhida através da análise sensorial que obteve maior aceitação global (FT1P2 e FT2P4), pode ser uma boa alternativa para comercialização de um novo produto no mercado. Entre os compostos voláteis mais importantes que foram detectados, destacam-se o Limoneno, Benzaldeido, Ar tumerone, α -Curcumeno. Considerando as preparações mais aceitas, os voláteis o Limoneno, Benzaldeido, Ar tumerone apresentam-se em maiores percentuais de superfície de área. Os voláteis Limoneno e Benzaldeido são os responsáveis por contribuir com aromas cítricos, frutados, amendoado e adocicado.

As formulações com maiores concentrações de pimenta (FT3P6 e FT4P8) possuem os voláteis supracitados, entretanto em menor percentuais de superfície de área 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.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil.(1999). Resolução n.º 19, de 30 de Abril 1999. Dispõem sobre Regulamento de procedimentos para registro do alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. Disponível em www.anvisa.gov.br



Canuto, K.M. (2009). Volatile chemical composition of mango fruit 'Tommy Atkins', cultivated in São Francisco Valley, at different stages of maturity, *Quím. Nova*, 32, 2377-2381.

Cecilio Filho, A. B., Souza, R.J., Braz, L.T., & Tavares, M. (2000). Cúrcuma: planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais, *Ciência Rural Santa Maria*, 30, 171-175.

Costa, N.M.B. e Rosa, C.O.B. (2016). Alimentos Funcionais: Componentes Bioativos e Efeitos Fisiológicos. Rubio: Rio de Janeiro. 504p.

Coutinho, N.M., Silveira, M.R., Pimentel, T.C., Freitas, M.Q., Moraes, J, Fernandes, L.M., 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., Nazzaro, F, Rodrigues, S, & Cruz, A.G.(2019). Chocolate milk drink processed by cold plasma technology: Physical characteristics, thermal behavior and microstructure. *Lwt-Food Science and Technology*, v. 102, 324-329.

Euromonitor International (2017). Top 10 Global Consumer Trends for 2017. Disponível em www.euromonitor.com

Euromonitor International (2018). 8 Tendências em Alimentos para 2018. Disponível em www.euromonitor.com

Gisslen, W. Panificação e confeitaria profissionais (2011). Manole: São Paulo. 770p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 – POF. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>

IDEC - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (2014). O açúcar que você não vê. Disponível em www.idec.org.br



- Junior, S.B., Março, P.H., Valderrama, P., Damasceno, F.C., Aranda, M.S., Zini, C.A., Caramão, E.B., Melo, A.M.T., Filho, J.T., & Godoy, H.T. (2015). Analysis of volatile compounds in *Capsicum* spp. By headspace solid-phase microextraction and GC x GC-TOFMS, *Anal. Methods*, 7, 521-529.
- Korkmaz, A., Hayaloglu, A.A., & Atasoy, A.F. (2017). Evaluation of the volatile compounds of fresh ripened *Capsicum annuum* and its spice pepper (dried red pepper flakes and isot), *Food Science and Technology*, 84, 842-850.
- Le Cordon Bleu. (2010). *Petit Larousse do Chocolate*. Larousse: São Paulo. 384p.
- Ligarnasari, I.P., Anam, C., & Sanjaya, A.P. (2017). 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)*.
- Meilgaard, M.; Civille, G.V.; & Carr, B.T. (2007). *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Press: Boca Raton. 218 p.
- 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. (2019). Impact of prebiotics on the rheological characteristics and volatile compounds of Greek yogurt. *Lwt-Food Science and Technology*, v. 105, 371-376.
- Peres, A.S., Vargas, E.G.A., & Souza, V.R.S. (2015). Propriedades funcionais da cúrcuma na suplementação nutricional, *Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico*, 1, 218-229.
- Piccinelli, A.C. (2017). 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.



- Silva Filho, C. R. M da., Souza, A.G., Conceição, M.M., Silva, T.G., Silva, T.M.S., & Ribeiro, A.P.L. (2009). Avaliação da bioatividade dos extratos de cúrcuma (*Curcuma longa* L., Zingiberaceae) em *Artemia salina* e *Biomphalaria glabrata*. *Rev. Bras. Farmcogn. Bras. J. Pharmacogn*, 19, 919-923.
- 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. (2019). Guava-flavored whey beverage processed by cold plasma technology: Bioactive compounds, fatty acid profile and volatile compounds. *Food Chemistry*, v. 279, 120-127.
- Stringheta, P.C., Oliveira, T.T., Gomes, R.C., Amaral, M.P.H., Carvalho, A.F., & Vilela, M.A.P. (2007). Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil. *Rev. Bras. Cienc. Farm*, 43, 181-194.
- van Den Dool, H. & Kratz, P. D., *J. Chromatogr.* 1963, A, 11, 463-471.
- Zheng, J., Zheng S., Feng Q., Zhang Q., & Xiao X. (2017). Dietary capsaicin and its anti-obesity potency: from mechanism to clinical implications. *Bioscience Reports*, 37,1-9.
- Dutcosky, S. D. *Análise sensorial de alimentos*. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 531 p. 2013.