



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04
de dezembro 2020

Sorvete Produzido com Baixo Teor de Gordura e Adição de Colágeno Hidrolisado: Avaliações Físico-Químicas, Instrumentais e Sensoriais

Renata Dinnies Santos Salem

Engenharia de Alimentos e Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Priscila Judacewski

Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Paulo Ricardo Los

Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Francini Aparecida Barreto Costantin

Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Resumo: Sorvete é um produto de grande aceitação, porém seu processo exige uma certa concentração de gordura, que pode ser vista como um problema por consumidores motivados em consumir alimentos mais saudáveis. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da adição de colágeno hidrolisado no processamento de sorvetes produzidos com baixos teores de gordura. Foram produzidas quatro formulações de sorvetes com concentrações de 0, 4, 6 e 8% de colágeno hidrolisado. As amostras foram avaliadas quanto aos teores de proteína, cinzas, umidade, extrato seco, gordura, acidez e pH. Foram também realizadas análise colorimétrica, perfil de textura, *overrun* e análises sensoriais, avaliando aceitabilidade por escala hedônica de 9 pontos e *Check All That Apply* (CATA). Os resultados demonstraram que a adição de colágeno influenciou em todos os parâmetros físico-químicos ($p < 0,05$) resultando em um produto de alto valor proteico, sendo 4 vezes maior que o da amostra controle. Da mesma forma, os parâmetros de cor, textura e *overrun* apresentaram diferenças significativas. A presença do colágeno na formulação proporcionou uma homogeneidade e cremosidade na textura devido suas características tecnológicas, sendo a amostra com maior concentração de colágeno, a mais bem aceita. Desta forma, o desenvolvimento de sorvetes com baixo teor de gordura com adição de colágeno hidrolisado torna-se viável como alternativa para o desenvolvimento de novos produtos com apelo nutricional e com boas percepções sensoriais.

Palavras-chave: Gelado comestível, *Check All That Apply*, Proteína.

Ice Cream Produced with Low Fat and Addition of Hydrolyzed Collagen: Physical-Chemical, Instrumental and Sensory Assessments

Abstract: Ice cream is a widely accepted product, but its process requires a certain concentration of fat, which can be seen as a problem by consumers motivated to consume healthier foods. In this

context, the objective of the work was to evaluate the effect of the addition of hydrolyzed collagen in the processing of ice cream produced with low fat content. Four ice cream formulations were produced with concentrations of 0, 4, 6 and 8% hydrolyzed collagen. The samples were evaluated for protein, ash, moisture, dry extract, fat, acidity and pH. Colorimetric analysis, texture profile, overrun and sensory analyzes were also performed, evaluating acceptability by a 9-point hedonic scale and *Check All That Apply* (CATA). The results showed that the addition of collagen influenced all physical-chemical parameters ($p < 0.05$) resulting in a product with high protein value, being 4 times greater than that of the control sample. Likewise, the color, texture and overrun parameters showed significant differences. The presence of collagen in the formulation provided homogeneity and creaminess in the texture due to its technological characteristics, with the sample with the highest concentration of collagen being the best accepted. Thus, the development of low-fat ice creams with the addition of hydrolyzed collagen becomes viable as an alternative for the development of new products with nutritional appeal and with good sensory perceptions.

Keywords: Ice cream, *Check All That Apply*, Protein.

1. Introdução

Entre as sobremesas lácteas mais consumidas, o sorvete se destaca por sua conveniência associada ao prazer, guloseima, aspectos nutritivos e culturais (GOFF; HARTEL, 2013). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através do Regulamento Técnico para Gelados Comestíveis e Preparados para Gelados Comestíveis, define o sorvete como um gelado comestível obtido a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcares, podendo ser adicionados de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto (BRASIL, 2005). Sorvete pode ainda ser definido como uma emulsão, e sua estrutura complexa permite classificá-lo ao mesmo tempo como mistura heterogênea, gel, suspensão e espuma (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005; RIZZO, 2016).

Em 2016, mais de 1 bilhão de litros de sorvetes foram consumidos no Brasil, correspondendo a um consumo per capita de 4,86 litros/ano e atingindo um faturamento superior a R\$12 bilhões (ABIS, 2017). Embora constatado um aumento de 20% nos últimos 10 anos, o mercado exige renovações constantes, dinamismo e oferta de novas opções aos consumidores (RODRIGUES *et al.*, 2006; ABIS, 2017). Paralelo a isso, observa-se uma preocupação por parte de consumidores em melhorar a qualidade de vida, incluindo os hábitos alimentares (HASSAN; BARAKAT, 2018; RODRIGUES *et al.*, 2018).

A redução de gordura nos alimentos é uma forma de estimular hábitos saudáveis, diminuindo as calorias (AKBARI; ESKANDARI; DAVOUDI, 2019). Porém, na identidade do sorvete, a gordura participa da emulsificação, proporcionando textura suave, cremosidade e sabor (AYED *et al.*, 2017; MAGALHÃES; BROIETTI, 2010; ORDÓÑEZ *et al.*, 2005). Além disso, a gordura auxilia na estabilização da espuma, reduz a velocidade de derretimento e libera as moléculas aromáticas que não são hidrossolúveis (CLARK, 2004).

Como um aliado na indústria de alimentos, o colágeno apresenta propriedade de atuar como agente espumante, estabilizante coloidal, emulsificante e formador de películas biodegradáveis (GÓMEZ-GUILLÉN *et al.*, 2011). Além dos benefícios tecnológicos durante a produção do sorvete, ainda é atraído por suas propriedades bioativas (LI *et al.*, 2015). Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar por parâmetros físico químicos, instrumentais e sensoriais um sorvete produzido com baixo teor de gordura, com adição de colágeno hidrolisado.

2. Materiais e Métodos

2.1 Processamento do sorvete

O processamento dos sorvetes foi realizado no laboratório da Escola Tecnológica de Leites e Queijos dos Campos Gerais (ETLQueijos), pertencente a Universidade Estadual de Ponta Grossa. Os insumos necessários foram adquiridos no mercado local.

Foram avaliadas 4 formulações com diferentes concentrações de colágeno. Na formulação A não houve adição de colágeno (controle). Nas formulações B, C e D foram adicionados 4, 6 e 8% de colágeno hidrolisado (LC Bolonha, Brasil), respectivamente. Cada formulação foi preparada com 1,5 litros de leite contendo 2,6% de gordura, 17,5% de sacarose, 1% de estabilizante em pó para gelados comestíveis (Selecta – SUPER LIGA NEUTRA, Brasil) e 0,2% de aromatizante de morango (EMULTINA Selecta, Brasil).

Após acrescentar os ingredientes ao leite, as amostras foram homogeneizadas individualmente em liquidificador durante 3 minutos, e acondicionadas em potes plásticos identificados e armazenadas sob refrigeração de 4 °C, por um período de 4 horas. Em seguida, as amostras foram retiradas da refrigeração e adicionadas de 1% de emulsificante (Selecta EMUSTAB, Brasil) e batidas na batedeira separadamente, em velocidade máxima durante 5 minutos. Na sequência, as amostras foram armazenadas no freezer a temperatura de -18 °C, até a realização das análises.

2.2 Análises físico-químicas

Para a caracterização físico-química, foram realizadas análises de extrato seco total, medido gravimetricamente em estufa a 105 °C até peso constante; teor de cinzas por incineração em mufla (2310, Fornos Jung, Blumenau, Brasil) a 550 °C por 6 horas; pH utilizando um pHmetro de bancada (HANNA); gordura determinada em butirômetro de Gerber destinado a leite; nitrogênio total pelo método de Kjeldahl, para conversão em proteína total (fator de conversão 6,38) e acidez total titulável, como descritos pela AOAC (2016).

2.3 Análise de overrun e densidade

Volumes iguais (50mL) de cada formulação foram pesados em triplicata antes e depois da aeração, e o *overrun* foi calculado de acordo com o método descrito por Campidelli *et al.* (2015).

2.4 Análises instrumentais

Análise de cor foi realizada em quadruplicata para cada formulação, utilizando o colorímetro (MiniScan EZ, Hunter Lab, US) com leituras obtendo L* (branco: 100, preto: 0), a* (vermelho (+), verde (-)) e b* (amarelo (+), azul (-)) (TAKATSUI, 2011). Para fornecer uma melhor indicação de cor, foram calculados Hue Angle e Chroma (KORTEI *et al.*, 2015).

A análise de textura foi realizada utilizando-se um texturômetro modelo *TA.XT Plus Texture Analyser* (Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido). As configurações detalhadas de teste foram: velocidade pré-teste 1 mm/s, velocidade de teste 5 mm/s e velocidade pós-teste 5 mm/s com distância de compressão de 10 mm, tempo de 5 s e força do trigger de 5 g, probe P36R. Foram avaliados os parâmetros de dureza, adesividade, coesividade e gomosidade.

2.5 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos da UEPG, com avaliadores não treinados que tivessem interesse e disponibilidade. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes da sessão sensorial.

Foram servidos aproximadamente 30 g de cada amostra em copos plásticos transparentes codificados com números aleatórios de 3 dígitos. Cada provador avaliou a amostra quanto à aceitação nos atributos de aparência, odor, cor, textura, sabor e impressão global, utilizando a escala hedônica de 9 pontos (1-desgostei muitíssimo ao 9-gostei muitíssimo). As amostras foram ainda caracterizadas pelos avaliadores atrás do *Check All That Apply* (CATA). Ao todo 17 atributos foram discutidos pela equipe e selecionados pelos avaliadores: gosto doce, brilhante, arenoso, boa qualidade, macio, residual amargo,

produto barato, saudável, homogêneo, gosto amargo, cremoso, produto caro, gosto de estábulo, má qualidade, opaco, fitness e sabor morango.

2.6 Análise estatística

Os dados foram apresentados como média±desvio padrão, sendo realizado teste de Levene para avaliar sua homogeneidade, considerando paramétrico o valor de $p>0,05$. Em seguida, os dados paramétricos foram analisados pela Análise de Variância (ANOVA), complementada com o teste de comparação de médias de Fischer LSD ($p<0,05$).

Os dados do CATA foram analisados primeiramente através de análise de correspondência, onde somente atributos com frequências maiores que 20% foram considerados. Para verificar quais os atributos se correlacionam melhor com cada amostra, os dados foram submetidos ao teste Q de Cochran, apresentando as diferenças significativas entre atributos, com $p<0,05$. Através do gráfico da Análise de Correspondência (AC) foi possível caracterizar cada amostra com base nos dados obtidos dos avaliadores. As análises estatísticas foram realizadas utilizando software Statistica (versão 7.0).

3. Resultados e Discussão

3.1 Avaliações físico-químicas e *Overrun*

Todos os parâmetros físico químicos apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) entre as amostras (Tabela 1). A formulação D (8% de colágeno) apresentou maior teor de proteína, uma concentração 4 vezes maior que a formulação A (0% de colágeno). O resultado deste estudo foi semelhante aos estudos de Gerhardt *et al.* (2013) os quais adicionaram colágeno hidrolisado em bebidas lácteas fermentadas.

A adição do colágeno na formulação também proporcionou maiores concentrações nos teores de cinzas, extrato seco, gordura, acidez e pH (Tabela 1).

Tabela 1 - Avaliação físico química e *Overrun* de sorvetes produzidos com baixo teor de gordura e adição de colágeno hidrolisado

Parâmetros analíticos (g/ 100g)	A	B	C	D	p
Proteína	2,50 ^d ±0,03	3,50 ^c ±0,92	6,84 ^b ±0,03	8,14 ^a ±0,09	<0,01
Cinzas	0,60 ^b ±0,02	0,60 ^b ±0,03	0,63 ^b ±0,03	0,70 ^a ±0,02	0,01
Umidade	75,36 ^a ±0,15	73,13 ^b ±0,07	72,11 ^c ±0,07	71,60 ^d ±0,12	<0,01
Extrato seco	24,64 ^d ±0,15	26,87 ^c ±0,07	27,89 ^b ±0,07	28,40 ^a ±0,12	<0,01
Gordura	2,07 ^b ±0,06	2,30 ^a ±0,00	2,20 ^a ±0,10	2,23 ^a ±0,06	0,01
Acidez	0,09 ^d ±0,01	0,17 ^c ±0,01	0,25 ^b ±0,01	0,26 ^a ±0,01	<0,01
pH*	6,67 ^b ±0,06	6,83 ^a ±0,06	6,83 ^a ±0,06	6,90 ^a ±0,00	<0,01
<i>Overrun</i> (%)	43 ^a ±0,07	40 ^a ±0,08	25 ^b ±0,02	22 ^b ±0,06	0,01

Nota: * adimensional. Formulação A: 0% de colágeno, B: 4% de colágeno, C: 6% de colágeno e D: 8% de colágeno. ^{abc}Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras com diferentes concentrações de colágeno (Teste de Fischer, $p<0,05$).

O teor de gordura foi significativamente influenciado pela adição de colágeno ($p<0,01$), apresentando 11,1% a mais na amostra B (4% de colágeno), quando comparando com a amostra A (0% de colágeno) (Tabela 1). O colágeno pode prover de diversas origens, sendo assim varia em composição de acordo com o local de onde foi extraído e forma de obtenção (SILVA; PENA, 2012), influenciando na quantidade total de lipídeos no alimento o qual foi adicionado.

O aumento da acidez pode estar relacionado ao processo de extração do colágeno, principalmente da pele e ossos de bovinos (VIDAL, 2016). O pH do sorvete variou com a adição de 4% de colágeno, onde representou um aumento de 2,4% em relação a amostra em que não foi adicionado colágeno (formulação A) (Tabela 1).

O *Overrun*, ou quantidade de ar incorporado (PAGANI *et al.*, 2015), apresentou diferença estatística significativa ($p < 0,01$), variando com a concentração de colágeno (Tabela 1). O parâmetro analisado é importante na avaliação da qualidade dos sorvetes, pois favorece uma textura leve e influencia as propriedades físicas do derretimento (SOLER; VEIGA, 2001).

A incorporação do ar deve apresentar porcentagens mínimas de 10 a 15% (GOFF, 2002), podendo incorporar 100% de ar durante a aeração, conseqüentemente duplicando o volume inicial da mistura (ORDÓNEZ *et al.*, 2005). Desta forma, as porcentagens de *Overrun* encontradas foram satisfatórias, pois variaram entre 22 e 43%. A incorporação de ar no sorvete diminuiu cerca de 51% com a adição de 8% de colágeno (Formulação D), quando comparado com a formulação A, a qual não foi adicionado colágeno.

A quantidade de ar incorporado afeta diretamente a densidade dos sorvetes. As formulações A, B, C e D, apresentaram densidades de 574, 562, 560 e 684 g.L⁻¹, respectivamente, atendendo ao requisito específico de densidade aparente mínima de 475 g.L⁻¹, estabelecido pela ANVISA na Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005).

3.2 Análises instrumentais

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados para os parâmetros de dureza, coesividade, adesividade e gomosidade obtidos através do perfil de textura. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) apenas para os parâmetros de adesividade e gomosidade.

Tabela 2 - Perfil de textura de sorvetes produzidos com baixo teor de gordura e adição de colágeno hidrolisado

Parâmetros analíticos	A	B	C	D	p
Dureza (N)	3405,95±1272,11	3202,49±406,91	3151,26±8,74	3042,14±267,19	ns
Coesividade*	0,14±0,05	0,15±0,01	0,14±0,01	0,15±0,01	ns
Adesividade(N/m)	99,54 ^b ±1,56	118,12 ^b ±48,17	130,64 ^{ab} ±2,85	186,65 ^a ±60,58	<0,05
Gomosidade (N)	3277,04 ^b ±264,71	3245,26 ^b ±99,81	3446,13 ^b ±184,78	7538,49 ^a ±465,88	<0,01

Nota: Formulação A: 0% de colágeno, B: 4% de colágeno, C: 6% de colágeno e D: 8% de colágeno.
^{abc}Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras com diferentes concentrações de colágeno (Teste de Fischer, $p < 0,05$). ns: não houve diferença significativa. *Adimensional.

A textura dos sorvetes está intimamente correlacionada com a sua estrutura e composição. A adesividade é definida como a força necessária para superar a força de atração entre o alimento e o palato (TUNICK, 2000), a qual foi crescente com o aumento de colágeno, apresentando-se 86% maior na formulação D (8% de colágeno) se comparado a formulação A (0% de colágeno), e demonstrando uma maior adesividade do sorvete quando adicionado de 8% da proteína. Em contrapartida a gomosidade é definida como a energia necessária para reduzir o tamanho de uma amostra semi sólida até o ponto de ser engolido (TUNICK, 2000). Sendo assim, neste caso, pode-se dizer que para deglutir a amostra D (8% de colágeno) é necessário aplicar uma força 2x maior do que para a amostra C (6% de colágeno) ($p < 0,01$). (CHEN; OPARA, 2013; FERRAZ, 2013).

Em comparação com outras aplicações tecnológicas, Silva (2011) não observou diferença significativa nos parâmetros coesividade e gomosidade ao adicionar colágeno hidrolisado em queijo minas frescal *light*. Porém a concentração adicionada correspondia a 0,5%. Da mesma forma, estes parâmetros não variaram ao adicionar 6% de colágeno em presunto cozido (LI, 2006).

Segundo Hadnadev *et al.* (2014) a textura, juntamente com a cor, representa um parâmetro definidor na aceitabilidade inicial de um produto por parte dos consumidores. Nesse contexto, sua análise e controle são essenciais para o desenvolvimento e controle de qualidade na indústria alimentícia (NACANO, 2013).

Os resultados avaliados na análise colorimétrica estão dispostos na Tabela 3, onde foram avaliados os parâmetros L*, a*, b*, chroma e hue angle, sendo que apenas os três últimos apresentaram diferença significativa (p<0,05).

Tabela 3 - Avaliação colorimétrica de sorvetes produzidos com baixo teor de gordura e adição de colágeno hidrolisado

Parâmetros analíticos	A	B	C	D	p
a*	39,98±1,58	39,34±0,41	39,26±0,36	38,15±0,26	ns
b*	-2,35 ^a ±0,38	-1,47 ^b ±0,12	-1,47 ^b ±0,06	-0,84 ^c ±0,15	<0,01
L*	56,63±3,11	55,82±0,50	56,56±0,47	58,92±0,26	ns
CHROMA	40,05 ^a ±1,56	39,36 ^{ab} ±0,41	39,28 ^{ab} ±0,36	38,15 ^b ±0,25	0,05
HUE ANGLE (°)	3,37 ^a ±0,63	2,14 ^b ±0,20	2,14 ^b ±0,09	1,26 ^c ±0,24	<0,01

Nota: *Formulação A: 0% de colágeno, B: 4% de colágeno, C: 6% de colágeno e D: 8% de colágeno. ^{abc}Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras com diferentes concentrações de colágeno (Teste de Fischer, p<0,05). ns: não houve diferença significativa.

Com o parâmetro b* foi possível observar uma redução de 64%, entre a formulação D e a formulação A. Como a* e b* são coordenadas cartesianas que definem porção cromática, o b* varia de +b (amarelo) a -b (azul) e o a* de +a (vermelho) a -a (verde) (TAKATSUI, 2011). Logo, os resultados indicam que a adição de colágeno afetou a cor em relação ao parâmetro b*, passando de mais azulada para menos azulada e o parâmetro a* não se alterou, permanecendo avermelhado (p>0,05).

O chroma é a relação entre os valores de a* e b*, onde se obtém a cor real do objeto, indicando a intensidade da cor, ou seja, o quanto difere do cinza (cor viva ou fosca) (HARDER; BRAZACA; ARTHUR, 2007). Desse modo, considerando que o sorvete era sabor morango, pode-se dizer que ao adicionar colágeno, a cor ficou menos intensa em relação à amostra padrão.

Em contrapartida, o hue angle é a percepção de diferenças na absorção de energia radiante em vários comprimentos de onda (MORENVAL, 2007). Neste estudo, pode-se observar que o ângulo hue diminuiu em função da adição de colágeno, apresentando um valor 62% menor na formulação D em comparação com a formulação A. Em contrapartida, no estudo realizado por Li *et al.* (2015), a adição de colágeno não influenciou a cor do sorvete.

3.3 Análises sensoriais

A análise sensorial foi realizada com 100 avaliadores, dos quais 68% foram do sexo feminino e 32% do sexo masculino. Entre todos os parâmetros analisados, apenas foi

observado diferença significativa no atributo aparência ($p < 0,01$) e textura ($p < 0,01$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Avaliação sensorial de sorvetes produzidos com baixo teor de gordura e adição de colágeno hidrolisado

Parâmetro/ Formulação	A	B	C	D	p
Impressão Global	6,56±1,58	6,7±1,62	6,86±1,39	6,86±1,49	ns
Aparência	6,58 ^b ±1,78	6,5 ^b ±1,73	7,01 ^a ±1,54	7,38 ^a ±1,48	<0,01
Odor	6,43±1,35	6,43±1,41	6,59±1,39	6,59±1,52	ns
Cor	7,56±1,27	7,43±1,44	7,87±1,06	7,66±1,39	ns
Textura	5,88 ^b ±2,03	5,85 ^b ±2,09	5,97 ^b ±2,10	6,71 ^a ±1,83	<0,01
Sabor	6,79±1,68	6,79±1,88	6,71±1,64	6,45±1,87	ns

Nota: *Formulação A: 0% de colágeno, B: 4% de colágeno, C: 6% de colágeno e D: 8% de colágeno (Teste de Fischer, $p < 0,05$). ns: não houve diferença significativa.

Com relação à escala hedônica de 9 pontos, a amostra D (8% de colágeno) apresentou um escore 12% maior do que a amostra A (0% de colágeno) em relação a aparência. Além disso, observou-se que os provadores, estatisticamente, passaram a perceber diferença entre as amostras, no que se refere à aparência, quando adicionado uma concentração equivalente a 6% de colágeno hidrolisado.

Na realização da análise sensorial, observou-se a separação de fases, predominantemente nas amostras contendo pouca ou nenhuma concentração de colágeno (A e B). Tal defeito tecnológico foi percebido também pelos avaliadores, os quais fizeram observações como: “separação de fases” e “acho que o congelamento foi lento ou faltou emulsificante, pois as fases se separaram”. Além do mais, observou-se que estas amostras estavam derretendo muito rápido se comparadas às demais, sendo que foram armazenadas nas mesmas condições. Consequentemente, algumas amostras apresentavam-se mais líquidas ou derretidas para os avaliadores, os quais perceberam, anotando observações nas fichas como: “aguado”, “achei muito líquido”, “amostra derretida”.

A explicação para tais observações pode ser atribuída ao baixo teor de gordura, e a presença ou ausência do colágeno hidrolisado, que atua como emulsificante, tornando a emulsão estável o que assegura a não separação de fases (FERRAZ, 2013; GÓMEZ-GUILLÉN *et al.*, 2011). Como observado nas formulação A (controle) e B (4% de colágeno), o emulsificante comercial adicionado no processo não foi capaz de manter a estabilidade do produto. Ao contrário dos resultados obtidos, Li *et al.* (2015) não observaram diferença significativa na aparência de sorvetes, avaliando os efeitos de peptídeos de colágeno suíno através da análise sensorial. Ferreira, Roberto e Camisa (2018) observou resultados semelhantes aos de Li *et al.* (2015).

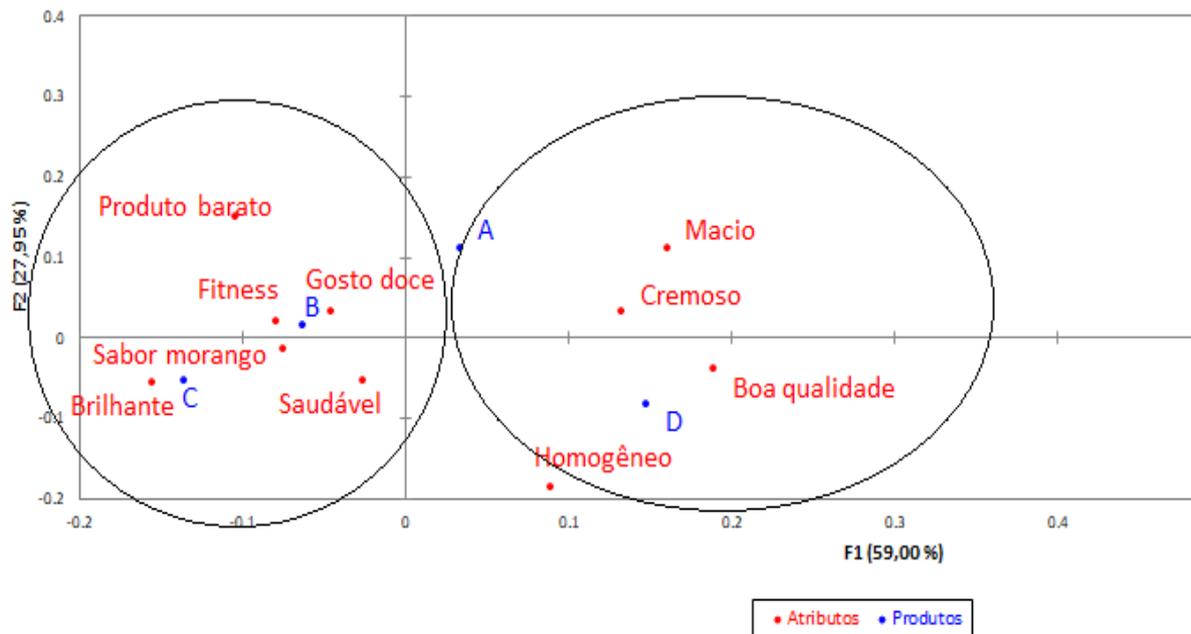
Quanto ao atributo de textura, foi observado diferença significativa apenas na amostra D, a qual apresentou uma aceitação 14% superior à amostra A. De acordo com Hashim *et al.* (2015), o colágeno é um aditivo alimentar adicionado durante o seu processamento para melhorar a cor, textura, sabor ou qualidade do produto final.

Apesar de estatisticamente a dureza não ter apresentado diferença significativa através do perfil de textura, alguns provadores atribuíram diferença entre as amostras. Foram relatadas observações como: “duro, mas gostoso” e “muito duro”. Contudo foi a amostra D a de maior aceitação. Ferreira, Roberto e Camisa (2018), também observaram mudança na textura, ao adicionar colágeno hidrolisado em barras de cereais, onde os provadores identificaram a amostra como de maior dureza.

O congelamento das amostras ocorreu em freezer com controle de temperatura de aproximadamente $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Conseqüentemente, o congelamento se deu lentamente favorecendo a formação de grandes cristais de gelo (FELLOWS, 2006). A presença de cristais de gelo influenciou a textura dos sorvetes principalmente nas amostras A e B, com observações relatadas pelos avaliadores como: “Tem muitos cristais”, “Cristais grandes de gelo” e “Com cristais de gelo muito grandes”.

Check-All-That-Apply (CATA) foi realizado (Figura 1), demonstrando o comportamento das amostras frente aos atributos, sendo que o gráfico explica 86,95% da variabilidade dos dados.

Figura 1 - Análise de Correspondência de sorvetes produzidos com baixo teor de gordura e adição de colágeno hidrolisado



É possível observar pela Figura 1 que as amostras A e D, contendo 0 e 8% de colágeno respectivamente, foram caracterizadas como um produto macio, cremoso, de boa qualidade e homogêneo. Enquanto as amostras B e C, 4 e 6% de colágeno respectivamente, apresentaram atributos de um produto brilhante, barato, saudável, sabor morango, fitness e de gosto doce. A amostra D obteve a maior homogeneidade, correspondendo 70% a mais em relação a amostra menos homogênea (Amostra A). Em relação à maciez, a amostra A apresenta-se 77% mais macia que a amostra C, sendo estas a de maior e menor maciez respectivamente.

Os atributos que mais variaram foram relacionados a maciez e homogeneidade, os quais estão relacionados com limitações de processamento, carência de gordura e atuação do colágeno.

O colágeno melhorou a característica do sorvete quando adicionado a uma concentração de 8%, visto que favoreceu a homogeneidade devido a sua capacidade emulsificante e estabilizante. Porém gerou a diminuição da maciez do sorvete, característica observada também por Ferreira, Roberto e Camisa (2018) e Bueno (2008).

4. CONCLUSÃO

Devido à crescente demanda em produzir-se alimentos mais saudáveis, a ciência, aliada a tecnologia tornam-se indispensáveis no desenvolvimento destes produtos. Foi possível observar através dos resultados obtidos que o colágeno exerceu efeitos significativos no que diz respeito a sua composição, em destaque, a proteína a qual aumentou cerca de 4

vezes em relação a amostra controle quando adicionado a uma concentração de 8%, tornando-se o sorvete um potencial veículo da sua ingestão.

Com os parâmetros colorimétricos avaliados, pouca diferença entre as amostras foi observada. Pela avaliação da descrição sensorial pelos avaliadores, esses parâmetros não foram percebidos. O sorvete adicionado de 8% de colágeno obteve a melhor aceitabilidade e aproximou-se mais do ideal (39%), sendo que otimizou a aparência e textura do sorvete, tornando-o mais cremoso, homogêneo e caracterizando-o como o de melhor qualidade. Portanto, a formulação contendo 8% de colágeno é a que melhor atende as expectativas dos consumidores e a busca de produtos mais saudáveis.

Referências

ABIS, Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes. **Notícias**. São Paulo. nov. 2017. Disponível em: <http://www.abis.com.br/noticias_2017_3.html>. Acesso em: 29 jan. 2019.

AKBARI, M.; ESKANDARI, M.H.; DAVOUDI, Z. Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v.86, p.34-40, 2019.

AOAC - Association of Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC international**, v. 38, p. 431, 2016.

AYED, C.; MARTINS, S. I. F. S.; WILLIAMSON, A. M.; GUICHARD, E. Understanding fat, proteins and saliva impact on aroma release from flavoured ice creams. **Food Chemistry**, v.267, p.132-139, 2017.

BRASIL. Resolução nº 266, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Gelados Comestíveis e Preparados para Gelados Comestíveis. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 23 set 2005.

BUENO, R. V. C. C. **Efeito da fibra de colágeno na qualidade funcional de “Cooked frozen beef”**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

CAMPIDELLI, M.L.L.; PAULINELLI, H.R.; MAGALHÃES, M. L.; PENONI, N.; CARLOS, F. G. Efeitos do enriquecimento da semente de chia (*Salvia hispânica*) nas propriedades de sorvete de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.9, p.1962-1974, 2015.

CHEN, L.; OPARA, U. L. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed food – A review. **Journal of Food Engineering**, v.119, p.497-507, 2013.

CLARK, C. The science of ice cream. **Cambridge: Royal Society of Chemistry**, p. 187, 2004.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática**. São Paulo: Artemed. 2ª ed, p. 431, 2006.

FERRAZ, J. P. **Perfil sensorial descritivo e direcionadores de preferência de sorvete de creme com fruto – Oligossacarídeos e diferentes edulcorantes**. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

FERREIRA, P. M.; ROBERTO, B. S.; CAMISA, J. Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais enriquecidas com colágeno hidrolisado. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n.1, 2018.

GERHARDT, A.; MONTEIRO, B. W.; GENNARI, A.; LEHN, D. N.; SOUZA, C. F. V. Características físico-químicas e sensoriais de bebidas lácteas fermentadas utilizando soro

de ricota e colágeno hidrolisado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, n° 390, p.41-50, 2013.

GOFF, H. D. Formation and stabilization of structure in ice cream and related products. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v.7, p.432-437, 2002.

GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. Ice Cream. **New York: Springer**, 7^a ed, p. 9-10, 2013.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; GIMÉNEZ, B.; LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; MONTER, M. P. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1813–1827, 2011.

HARDER, M. N. C.; BRAZACA, S. G. C.; ARTHUR, V. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana*). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.102, p.563-564, 2007.

HADNADEV, M.; HADNADEV, D. T.; DOKIC, L.; PAJIN, B.; TORBICA, A.; SARIC, L.; IKONIC, P. Physical and sensory aspects of maltodextrin gel addition used as fat replacers in confectionary filling systems. **LWT – Food Science and Technology**, v.59, n.1, p.495-503, 2014.

HASHIM, P.; MOHD RIDZWAN, M. S.; BAKAR, J.; HASHIM, D. Collagen in food and beverage industries. **Food Research Journal**, v.1, n.22, p.1-8, 2015.

HASSAN, M. F. Y.; BARAKAT, H. Effect of carrot and pumpkin pulps adding on chemical, rheological, nutritional and organoleptic properties of ice cream. **Food and Nutrition Sciences**, v. 9, p. 969-982, 2018.

KORTEI, N. K.; ODAMTTEN, G. T.; OBODAI, M.; APPIAH, V.; AKONOR, P. T. Determination of color parameters of gamma irradiated fresh and dried mushrooms during storage. **Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition**, v.10, pag.66-71, 2015.

LI, L.; KIM, J. H.; JO, Y. J.; MIN, S. G.; CHUN, J. Y. Effect of porcine collagen peptides on the rheological and sensory properties of ice cream. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v.25, n.2, p.156-163, 2015.

LI, C. T. Myofibrillar protein extracts from spent hen meat to improve whole muscle processed meats. **Meat Science**, v.72, p. 581-583, 2006.

MAGALHÃES, P. J.; BROIETTI, F. C. D. Gestão de qualidade na elaboração de sorvetes. **Unopar – Ciências Exatas Tecnológicas**, Londrina, n.1, p. 53-60, 2010.

MORENVAL, P. P. N. **Análise da diferença de cor entre exemplares de cores Munsell**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

NACANO, E. T. **Avaliação do comportamento reológico e colorimétrico de chocolates**. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRÍGUES, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de alimentos: alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, v.2, p.116-118, 2005.

PAGANI, A. A. C.; SILVA, G. F.; CARNELOSSIL, M. A. G.; MORAIS, A. B. L.; FRANÇA, K. L.; SANTOS, J. Processamento de sorvete por congelamento convencional e criogênico: Teste de aceitabilidade. **Processing of ISTI**, v.3, n.1, p.037-046, 2015.

RIZZO, G. **Understanding the effect of formulation and processing parameters on microstructural and physical properties of ice cream, sensory perception and appetite.** Thesis (Doctor of Engineering) – College of Engineering and Physical Sciences, University of Birmingham, Junho 2016.

RODRIGUES, A.; FONTANA, C. V.; PADILHA, E.; SILVESTRIN, M.; AUGUSTO, M. M. M. Elaboração de sorvete sabor chocolate com teor de gordura reduzido utilizando soro de leite em pó. **Vetor**, p.55-62, 2006.

RODRIGUES, J.; BEZERRA, J. R. M. V.; TEIXEIRA, A. M.; RIGO, M. Avaliação sensorial e físico-química de sorvete com polpa de açaí e proteína do soro do leite. **Ambiência**, v.14, n.2, p. 225-236, 2018.

SILVA, T. F. **Efeito de colágeno hidrolisado sobre a qualidade tecnológica de queijo minas frescal light.** Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2011.

SILVA, T. F.; PENNA, A. L. B. Colágeno: características químicas e propriedades funcionais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 3, p. 530-539, 2012.

SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. **Sorvetes.** Campinas: ITAL/CIAL, 2001.

TAKATSUI, F. Sistema CIE LAB: **Análise computacional de fotografias.** Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2011.

TUNICK, M. H. Rheology of dairy food that gel, stretch and fracture. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p.1892 - 1898, 2000.

VIDAL, A. R. **Avaliação das propriedades funcionais e estruturais de hidrolisados de diferentes colágenos bovinos obtidos por hidrólise enzimática assistida por ultrassom.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.