

Mucilagem de quiabo *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench como aditivo natural em molho de tomate

Okra mucilage *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench as a natural additive in tomato sauce

Mucílago de okra *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench como aditivo natural en salsa de tomate

Recebido: 01/02/2020 | Revisado: 14/02/2020 | Aceito: 27/03/2020 | Publicado: 30/03/2020

Sousliny Skolen Fernandes Pereira de Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7932-7537>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: souslinaryaraujo@hotmail.com

Luciana Márcia Andrade da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8199-8949>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: luciana.andradepb@gmail.com

Bruno Fonsêca Feitosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4183-3960>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: brunofonsecafeitosa@live.com

André Leandro da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1326-6732>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: andre.leandro@ufcg.edu.br

Mônica Tejo Cavalcanti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2117-0696>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: monicatejoc@yahoo.com.br

Resumo

Foi avaliada a utilização da mucilagem de quiabo como alternativa para agregação de valor em molho de tomate, atuando como agente espessante na forma *in natura* e liofilizada. A

mucilagem foi extraída do quiabo e liofilizada, sendo caracterizada quanto ao rendimento, propriedades funcionais, físico-químicas, bioativas, colorimétricas e sensoriais. Foram empregadas na formulação de molhos de tomate em três formulações, sendo uma sem mucilagem (controle) e duas com mucilagem úmida e liofilizada. A mucilagem de quiabo apresentou rendimento de extração de 53,87% e, quando liofilizada, 1,67%, apresentando maior concentração de proteínas, açúcares e sólidos solúveis totais em relação ao quiabo *in natura* e a mucilagem úmida. Foi observado potencial capacidade de retenção de água e óleo na mucilagem liofilizada. Os molhos de tomate apresentaram quantidades significativas de fenólicos totais e alta atividade antioxidante, com 27,37 eq. trolox mg/100g do molho com mucilagem liofilizada, tendendo a coloração para laranja. Com condições higiênico-sanitárias adequadas para o consumo, os molhos apresentaram boa aceitação sensorial, índices de aceitabilidade e intenção de compra. Destacou-se o produto com mucilagem liofilizada nos atributos consistência, sabor e impressão global, sendo a formulação preferida pelos julgadores, descrita como de aparência uniforme, macia, suave, sabor agradável e úmida. O molho de tomate com mucilagem liofilizada apresentou valores positivos para os atributos aparência uniforme, macio, suave, aparência homogênea, sabor agradável e úmido. Desta forma, o uso da mucilagem de quiabo como aditivo natural, principalmente na forma liofilizada, pode ser viável em molho de tomate, atuando como espessante e emulsificante ao beneficiar as características funcionais, bioativas e sensoriais.

Palavras-chave: Hidrocolóides; Liofilização; Molhos alimentícios; *Solanum lycopersicum*; Sensorial.

Abstract

The use of okra mucilage as an alternative for adding value in tomato sauce was evaluated, acting as a thickening agent in natura and lyophilized form. The mucilage was extracted from okra and lyophilized, being characterized in terms of yield, functional, physical-chemical, bioactive, colorimetric and sensory properties. They were used in the formulation of tomato sauces in three formulations, one without mucilage (control) and two with moist and lyophilized mucilage. The okra mucilage showed an extraction yield of 53.87% and, when lyophilized, 1.67%, with a higher concentration of proteins, sugars and total soluble solids in relation to fresh okra and wet mucilage. Potential water and oil retention capacity was observed in lyophilized mucilage. Tomato sauces showed significant amounts of total phenolics and high antioxidant activity, with 27.37 eq. trolox mg/100g of the sauce with lyophilized mucilage, tending to orange. With hygienic-sanitary conditions suitable for

consumption, the sauces showed good sensory acceptance, acceptability indexes and purchase intention. The product with lyophilized mucilage stood out in the attributes consistency, flavor and overall impression, being the preferred formulation by the judges, described as uniform, soft, smooth in appearance, pleasant and moist flavor. The tomato sauce with lyophilized mucilage showed positive values for the attributes uniform appearance, soft, smooth, homogeneous appearance, pleasant and moist flavor. Thus, the use of okra mucilage as a natural additive, especially in lyophilized form, may be viable in tomato sauce, acting as a thickener and emulsifier by benefiting the functional, bioactive and sensory characteristics.

Keywords: Hydrocolloids; Lyophilization; Food sauces; *Solanum lycopersicum*; Sensory.

Resumen

Se evaluó el uso del mucílago de okra como alternativa para agregar valor a la salsa de tomate, actuando como un agente espesante en forma fresca y liofilizada. El mucílago se extrajo de la okra y se liofilizó, caracterizándose en términos de rendimiento, propiedades funcionales, físico-químicas, bioactivas, colorimétricas y sensoriales. Se utilizaron en la formulación de salsas de tomate en tres formulaciones, una sin mucílago (control) y dos con mucílago húmedo y liofilizado. El mucílago de okra mostró un rendimiento de extracción de 53.87% y, cuando se liofilizó, 1.67%, con una mayor concentración de proteínas, azúcares y sólidos solubles totales en relación con okra fresco y mucílago húmedo. La capacidad potencial de retención de agua y aceite se observó en el mucílago liofilizado. Las salsas de tomate mostraron cantidades significativas de fenoles totales y alta actividad antioxidante, con 27.37 eq. Trolox mg/100 g de salsa con mucílago liofilizado, con tendencia a naranja. Con condiciones higiénico-sanitarias adecuadas para el consumo, las salsas mostraron una buena aceptación sensorial, índices de aceptabilidad e intención de compra. El producto con mucílago liofilizado se destacó en los atributos de consistencia, sabor e impresión general, siendo la formulación preferida por los jueces, descrita como uniforme, suave, de apariencia suave, sabor agradable y húmedo. La salsa de tomate con mucílago liofilizado mostró valores positivos para los atributos apariencia uniforme, apariencia suave, lisa, homogénea, sabor agradable y húmedo. Por lo tanto, el uso de mucílago de quingombó como aditivo natural, especialmente en forma liofilizada, puede ser viable en la salsa de tomate, actuando como espesante y emulsionante al beneficiar las características funcionales, bioactivas y sensoriales.

Palabras clave: Hidrocoloides; Liofilización; Salsas alimenticias; *Solanum lycopersicum*; Sensorial.

1. Introdução

O quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) é uma hortaliça tipo fruto, nativa da África, pertencente à família Malvaceae (Sousa et al., 2015; Maciel et al., 2017). Comumente, é consumido na forma cozida, sendo um alimento nutritivo por conter na sua composição carboidratos, fibras dietéticas, proteínas, vitaminas e sais minerais (Gemedede et al., 2014; Petropoulos et al., 2018).

O fruto é constituído por polissacarídeos hidrofílicos de longas cadeias, como ramnose, galactose e ácido galacturônico. Estes compostos desenvolvem uma solução de aspecto viscoso em água, como uma mucilagem do tipo hidrocolóide (Alba et al., 2015; Dimopoulou et al., 2015).

Além dos benefícios na dieta, a mucilagem do quiabo pode ser empregada como ingrediente natural durante o processamento de alimentos. As propriedades gelificantes, espessantes, estabilizantes e modificadoras de textura em produtos de emulsão ampliam diversas aplicações na indústria de alimentos e farmacêutica (Georgiadis et al., 2011; Ghori et al., 2014; Ghori et al., 2017).

Estudos relatam a utilização do quiabo como substituto sensorialmente aceitável de gordura em sobremesas lácteas congeladas (Romanchik-Cerpovicz et al., 2006), bom agente texturizante em iogurte (Hussein et al., 2011), potencial agente estabilizador em sorvetes (Yuennan et al., 2014) e eficiente material encapsulante natural na liberação controlada de probiótico encapsulado (Laurenti e Garcia, 2013).

Os agentes emulsificantes são de grande importância no processamento tecnológico de alimentos, incluindo produtos como derivados lácteos, sorvetes, sopas, cremes e molhos (Petrut et al., 2016). As formulações industriais tem empregado emulsificantes sintéticos com função estabilizante e espessante, podendo serem substituídos por emulsificantes de origem natural (McClements e Gumus, 2016).

Sendo assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a utilização da mucilagem de quiabo como alternativa para agregação de valor em molho de tomate, sendo aplicada como agente espessante e/ou emulsificante, *in natura* e liofilizada.

2. Metodologia

O quiabo foi adquirido na cidade de Pombal, Paraíba, Brasil, considerando hortaliças com boa qualidade de maturação e uniformes quanto ao tamanho, volume e coloração com

casca totalmente verde. Para elaboração dos molhos, o tomate, cebola, alho, azeite de oliva extra virgem (Andorinha®), sal (Lebre®), orégano desidratado (Kitano®) e salsa fresca foram adquiridos em comércio local. A pesquisa científica exploratória procedeu-se no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, *campus* Pombal-PB.

Os frutos do quiabeiro foram lavados em água corrente, sanitizados em solução clorada (50 ppm/ 30 min) e cortados em rodela com auxílio de uma lâmina *inox*, tendo suas sementes removidas (Figura 1). Em seguida, a extração da mucilagem foi realizada através da mistura dos pedaços cortados com água na proporção 1:2,5 (p/v) e aquecimento durante 10 minutos (≥ 85 °C). A mucilagem foi separada dos resíduos do quiabo com auxílio de peneira de 70 *mesh* e acondicionada sob refrigeração (4 ± 2 °C). O rendimento de extração (RE) foi calculado por meio da Equação 1, sendo MA – massa da amostras e ME – massa do extrato.

$$RE (\%) = \frac{MA}{ME} \times 100 \quad (1)$$

A mucilagem foi submetida ao processo secagem em liofilizador Alpha 1-4 LD Plus (Christ®, Osterode AM Harz, Alemanha), sob pressão de 0,11 mbar e temperaturas de -60 °C, durante 36 horas. O rendimento da liofilização (RL) foi calculado por meio da Equação 2, sendo MA – massa da amostras e MES – massa do extrato seco.

$$RL (\%) = \frac{MA}{MES} \times 100 \quad (2)$$

O molho de tomate controle foi elaborado segundo Melo et al., (2012), com modificações. Os tomates, a cebola e salsa fresca foram lavados em água potável e sanitizados em solução de cloro ativo (0,02 g.L⁻¹/30 min.). Os tomates foram previamente cortados verticalmente ao meio para a retirada das cavidades locais do fruto com as sementes. Em seguida, os ingredientes, nas respectivas quantidades para cada molho (Tabela 1), foram triturados e homogeneizados em liquidificador industrial (IndShop®, A.R) durante 3 minutos, em velocidade média. A mistura foi submetida a aquecimento a 85 °C, permanecendo em cocção durante 5 minutos, após a fervura.

Através de testes de bancadas, padronizou-se três molhos de tomate diferenciados pela presença ou não de mucilagem de quiabo, sendo: M_C – controle (sem adição de mucilagem de quiabo), M_U – com 10% de mucilagem líquida e M_L – com 1% de mucilagem liofilizada. Os ingredientes utilizados e respectivas proporções estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes utilizados na formulação de molhos de tomate.

Ingredientes (%)	Formulações		
	M _C	UM	M _L
Tomate	91	81	90
Cebola	3	3	3
Alho	1	1	1
Orégano	1	1	1
Salsa	1	1	1
Azeite	2	2	2
Sal	1	1	1
Mucilagem úmida	-	10	-
Mucilagem liofilizada	-	-	1

M – molho de tomate; M_C – controle; M_U – mucilagem úmida; M_L – mucilagem liofilizada. (-) não utilizado.

Os molhos de tomate elaborados foram envasados a quente em recipientes estéreis de vidro e resfriados em banho de gelo até temperatura ambiente (31 ± 4 °C), sendo então armazenados sob refrigeração (4 ± 2 °C).

A capacidade de retenção de água (CRA) e de óleo (CRO) foram determinadas na mucilagem úmida e liofilizada, conforme a metodologia descrita por Sosulski et al. (1976) e Lin et al. (1974), respectivamente.

O quiabo *in natura*, a mucilagem líquida e liofilizada foram caracterizados, em triplicata, quanto as propriedades físico-química de umidade, proteínas (AOAC, 2016), açúcares totais, através do método de Antrona descrito por Stevens e Chapman (1955), açúcares redutores por DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico), conforme Vasconcelos et al. (2013) e açúcares não redutores por diferença [(açúcares totais - açúcares redutores) * 0,95].

O quiabo *in natura*, a mucilagem líquida, liofilizada e os molhos elaborados foram avaliados quanto os sólidos solúveis totais (°Brix), através de leitura direta em refratômetro de bancada, pH (AOAC, 2016) e análise colorimétrica, através de leitura direta em colorímetro com escala de cor CIELAB, iluminante D65 e ângulo de observação de 10° (Hunter Lab®, modelo Colorquest XE), sendo avaliados os parâmetros L* - luminosidade, a* - coloração na região do vermelho (+a) ao verde (-a) e b* - coloração no intervalo do amarelo (+b) ao azul (-b).

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi determinado em todas as amostras pelo método de Folin-Ciocalteu (Waterhouse, 2006), utilizando espectrofotômetro (Kasuki®, modelo IL – 593), com absorbância medida a 765 nm e resultado expresso em equivalentes de ácido gálico ($\mu\text{g EAG } 100 \text{ g}^{-1}$ de amostra). A atividade antioxidante também foi avaliada, de acordo com a metodologia descrita por Fernandes et al. (2015), baseada na medida de

atividade sequestrante do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picri-hidrazil). A redução do radical DPPH foi medida através de leitura da absorbância a 515 nm, no tempo 0 e após 30 minutos de reação, fazendo uso da equação $y = 2,8821x + 7,732$ e o resultado expresso em equivalente Trolox mg/100g.

Os molhos tomate foram caracterizados ainda quanto a propriedade físico-química de acidez total (AOAC, 2016). As condições higiênico-sanitárias dos molhos elaborados foram avaliadas quanto a contagem microbiológica de Coliformes a 35 °C, Coliformes a 45 °C, *Staphylococcus* coagulase-positiva, fungos filamentosos e leveduriformes, e *Salmonella* sp., conforme a metodologia recomendada pela APHA (1992).

Os molhos de tomate elaborados foram avaliados sensorialmente por 70 provadores não treinados, de ambos os gêneros, de acordo com a metodologia descrita por Dutcosky (2013). As amostras foram codificadas com três dígitos e servidas de forma aleatória acompanhadas de torrada de pão forma aos provadores posicionados em cabines individuais. Os provadores foram orientados a avaliarem da esquerda para direita, com limpeza do palato com água mineral entre uma amostra para outra. Os atributos sensoriais avaliados foram cor, aroma, aparência, consistência, sabor e impressão global, utilizando-se escala hedônica de nove pontos variando de “9 - gostei muitíssimo” “1 - desgostei extremamente”. Foi avaliada também a intenção de compra dos molhos elaborados, através da escala hedônica de cinco pontos variando de “1 - certamente compraria o produto” a “5 - certamente não compraria o produto” (Dutcosky, 2013).

O Índice de Aceitabilidade (IA) dos molhos de tomate foi calculado, utilizando-se a Equação 3, na qual M - nota média geral obtida pelo atributo e N - nota máxima adquirida pelo atributo (Gularte, 2009).

$$IA (\%) = \frac{M}{N} * 100 \quad (3)$$

Os avaliadores foram submetidos ao teste CATA (*Check All That Apply*), no qual preencheram um questionário contendo uma lista de palavras ou frases, na qual os avaliadores poderão selecionar todas as palavras que considerem apropriadas para descrever o produto, de acordo com metodologia descrita por Ares et al. (2010).

Os dados obtidos na caracterização das matérias-primas, molhos de tomate e aceitação sensorial dos molhos de tomate foram analisados, através de Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com o auxílio do *software Assistat* versão 7.7 beta (Silva e Azevedo, 2016). Utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA) e comparou-se as médias pelo teste de

Tukey, a nível de 5% de significância ($p < 0,05$). Os resultados gerados pelo questionário CATA foram avaliados por Análise de Correspondência, através do *software* R (R Core Team, 2014).

3. Resultados e Discussões

A mucilagem do quiabo apresentou rendimento de extração de 53,87%. Quando submetida ao processo de liofilização, o rendimento da mucilagem liofilizada atingiu 1,67% em relação a mucilagem úmida e 2,5% em relação a massa de quiabo sem sementes. Os valores obtidos para a caracterização do quiabo *in natura*, mucilagem úmida e mucilagem liofilizada estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio-padrão) da caracterização do quiabo *in natura*, mucilagem úmida e mucilagem liofilizada.

Parâmetros	Quiabo		
	<i>In natura</i>	MU	ML
Umidade (%)	88,43 \pm 0,10	98,87 \pm 0,03	0,45 \pm 0,05
Proteínas (%)	1,94 \pm 0,14	0,80 \pm 0,03	6,77 \pm 1,08
Açúcares totais (%)	2,38 \pm 0,26	0,82 \pm 0,06	56,00 \pm 0,94
Açúcares redutores (%)	0,14 \pm 0,02	0,07 \pm 0,01	4,76 \pm 0,85
Açúcares não redutores (%)	2,24 \pm 0,04	0,75 \pm 0,03	51,24 \pm 0,76
Sólidos solúveis totais (°Brix)	1,43 \pm 0,05	1,40 \pm 0,10	13,23 \pm 0,11
pH	6,54 \pm 0,08	6,13 \pm 0,03	5,74 \pm 0,06
Compostos fenólicos (μ g EAG/100 g)	585,6 \pm 1,63	170,2 \pm 0,44	4765,44 \pm 1,06
Atividade antioxidante (equivalente trolox mg/100g)	61,37 \pm 1,57	42,92 \pm 0,15	177,97 \pm 0,53
L	-	43,5 \pm 0,60	36,0 \pm 0,60
*a	-	-0,55 \pm 0,05	+1,75 \pm 0,15
*b	-	+15,2 \pm 0,10	+20,4 \pm 0,30

MU – mucilagem úmida; ML – mucilagem liofilizada; EAG – equivalente de ácido gálico; (-) não determinado.

O teor de umidade foi de 88,43% para o fruto do quiabo *in natura*. Foi observado maior teor de umidade na mucilagem extraída, com 98,87%, provavelmente pela natureza e adição de água no processo de obtenção. Após liofilizada, a mucilagem apresentou baixo teor de umidade, sendo de 0,45%.

Na mucilagem liofilizada foi observada uma concentração de proteínas, açúcares totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e sólidos solúveis totais. Essa elevação, quando comparado com a mucilagem úmida, é de se esperar pela concentração dos componentes no processo de secagem. Os baixos valores de sólidos solúveis totais confirmam a predominância de açúcares mais complexos, podendo ter ocorrido ligações entre a fração

proteica e os polissacarídeos. O pH do quiabo *in natura* pouco variou em relação a mucilagem úmida, reduzindo para 5,74 com o processo de liofilização. A mucilagem liofilizada apresentou maior teor de fenólicos totais (4.765,44 EAG 100g⁻¹) e atividade antioxidante (177,97 eq. trolox mg 100g⁻¹), quando comparado com a mucilagem úmida e o quiabo *in natura*.

Em relação a análise colorimétrica, observa-se que a luminosidade (L) variou de 36,0 (ML) à 43,5 (MU), demonstrando que a mucilagem liofilizada apresentou tendência para a coloração escura pela degradação dos tecidos, visto que foi submetida a baixas temperaturas durante a liofilização. Entre as coordenadas *a e *b foi observada diferença entre a mucilagem úmida que apresentou valor negativo para *a e valores positivos para *b, tendendo a cor verde e amarelo, respectivamente. Já a mucilagem liofilizada apresentou valores positivos para ambas coordenadas, indicando tendência para o vermelho e amarelo.

A mucilagem liofilizada apresentou CRA de 129,31% (\pm 1,31), podendo estar associada a presença de polissacarídeos em sua composição, que contribuem com a parte hidrofílica e proporcionam uma maior afinidade (Al-Sayed et al., 2012). Essa característica umectante é importante para ingredientes que compõem a preparação de alimentos viscosos, como sopas, molhos, massas, e produtos de panificação (Segura-Campos et al., 2014). A alta CRA observada remete ao uso da mucilagem de quiabo como um agente higroscópico e espessante, visto que tende a promover um aumento da viscosidade nos molhos. Por outro lado, pode ser considerado um agente emulsificante, devido a sua CRO em sistemas óleo em água, com valores de 125,02% (\pm 0,84) para mucilagem liofilizada e de 129,71% (\pm 2,91) para mucilagem úmida.

O teor de sólidos solúveis totais foi superior nos molhos de tomates adicionados da mucilagem de quiabo. Os molhos apresentaram quantidades significativas de fenólicos totais e o molho de tomate com adição da mucilagem liofilizada apresentou maior atividade antioxidante, com 27,37 eq. trolox mg/100g (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios (\pm desvio-padrão) da caracterização físico-química e colorimétrica dos molhos de tomate.

Parâmetros	Molhos de tomate			MG	CV (%)
	M _C	UM	M _L		
Sólidos solúveis totais (°Brix)	6,20 ^b \pm 0,20	9,86 ^a \pm 0,51	9,97 ^a \pm 0,25	8,68	4,03
Compostos fenólicos (μ g EAG.100g ⁻¹)	288,09 ^a \pm 32,16	294,48 ^a \pm 37,47	317,75 ^a \pm 24,40	300,11	10,60
Atividade antioxidante (equivalente trolox mg/100g)	23,59 ^c \pm 0,06	26,19 ^b \pm 0,36	27,37 ^a \pm 0,88	25,72	0,66
Acidez total (% em ácido cítrico)	0,75 ^a \pm 0,19	0,86 ^a \pm 0,19	0,43 ^a \pm 0,19	0,68	27,35
pH	4,40 ^a \pm 0,12	4,08 ^a \pm 0,34	4,30 ^a \pm 0,16	4,26	5,29
L	28,63 ^a \pm 0,30	28,13 ^a \pm 0,76	27,23 ^a \pm 0,55	28,00	2,04
*a	+9,07 ^a \pm 0,25	+8,87 ^a \pm 1,04	+8,30 ^a \pm 0,85	8,74	9,04
*b	+18,27 ^a \pm 0,47	+20,10 ^a \pm 2,16	+17,40 ^a \pm 0,98	18,59	7,53

M – molho de tomate; M_C – controle; M_U – mucilagem úmida; M_L – mucilagem liofilizada. EAG – equivalente de ácido gálico; (-) não utilizado. MG - média geral; CV – coeficiente de variação. Médias seguidas na linha pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de *Tukey* a 5% de significância.

Quanto a correlação de pH e acidez, observou-se que os valores de pH obtidos para os molhos de tomate ficaram na faixa de 4,00 a 4,40, não apresentando diferença estatística. Esta faixa permite uma vantagem para a indústria de alimentos, promovendo condições inapropriadas para a multiplicação de microrganismos patogênicos e deteriorantes. A acidez total aumentou com a adição de mucilagem úmida, mas reduziu com a adição de mucilagem liofilizada. O comportamento do pH e acidez obtido para os molhos de tomate podem conferir uma boa estabilidade durante a conservação dos produtos.

Os valores observados para luminosidade (L) variaram de 27 a 29, o que caracteriza uma coloração mais escura, *a e *b, que apresentaram-se na faixa de +8,30 a +9,07 (vermelho) e +17,40 a +20,10 (amarelo), respectivamente, expressando cor laranja.

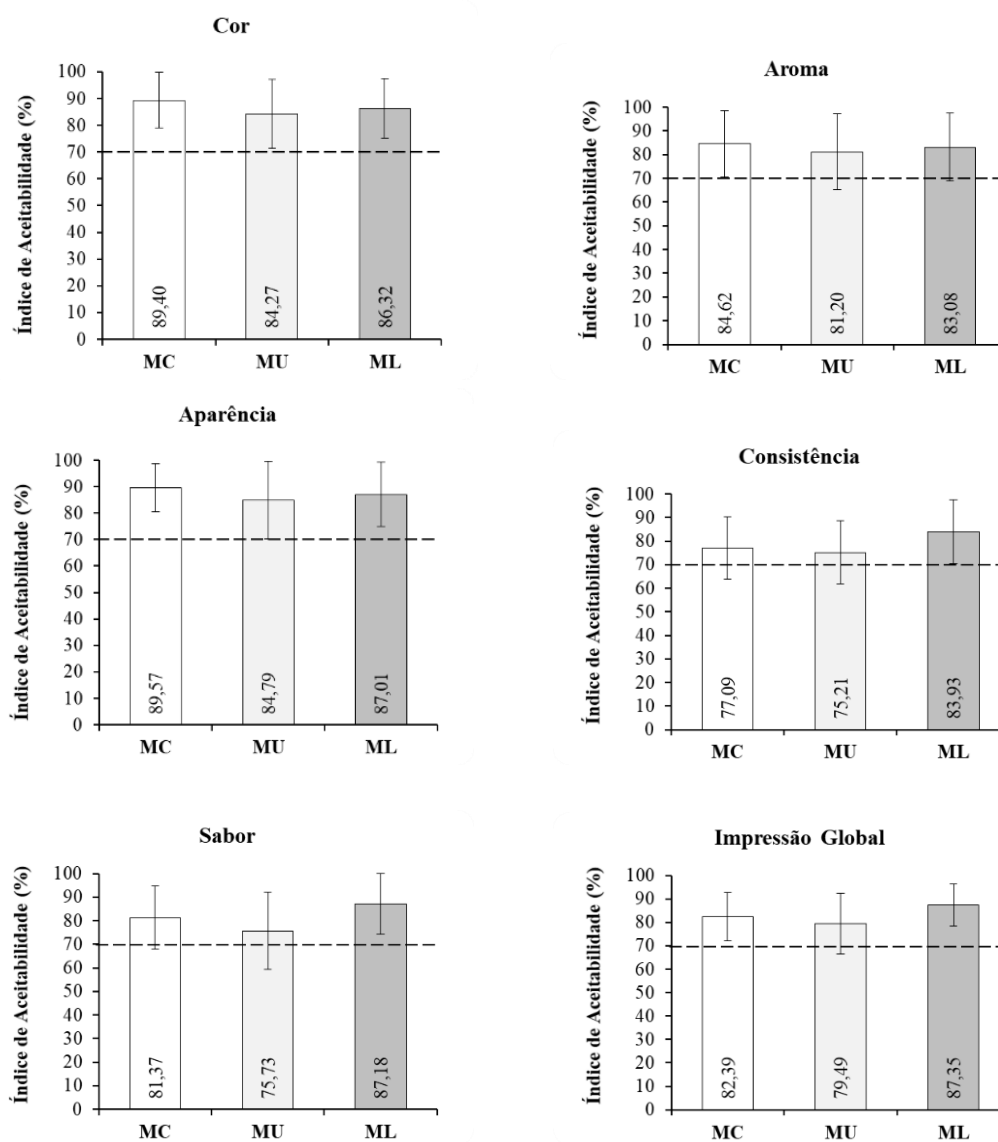
Os molhos de tomate elaborados apresentaram condições higiênico-sanitárias adequadas para o consumo, com ausência de *Salmonella* sp. em 25 g dos produtos, baixas contagens para Coliformes a 35 e 45 °C (< 3 NMP/g), *Staphylococcus* coagulase-positiva (< 10 UFC/g) e fungos filamentosos e leveduriformes (< 10 UFC/g).

Os molhos analisados apresentaram boa aceitação sensorial, de acordo com os atributos avaliados, sendo os elaborados com mucilagem os de maiores notas hedônicas quando comparados com o molho controle. Os atributos cor e aroma foram mais bem apreciados pelos consumidores no molho de tomate controle do que nos demais produtos (8,05 e 7,62, respectivamente), sendo que não ocorreu diferença significativa a 5% de

probabilidade do molho com mucilagem liofilizada. É provável que a tendência de coloração das mucilagens de quiabo para o escuro (Tabela 2) tenham provocado uma menor aceitação neste parâmetro, embora todos os molhos de tomate tenham apresentado médias correspondentes entre os termos hedônicos “gostei moderadamente” e “gostei muitíssimo”.

Ainda foram representados os Índices de Aceitabilidade na Figura 1 para a avaliação do potencial mercadológico individual dos molhos de tomate para comercialização.

Figura 1. Índices de aceitabilidade dos atributos sensoriais dos molhos de tomate.



M – molho de tomate: M_C – controle; M_U – mucilagem úmida; M_L – mucilagem liofilizada.

Para os atributos no Índice de Aceitabilidade (IA), todos os molhos demonstraram valores acima de 70%, o qual é considerado por Gularte (2009) o valor mínimo para um produto ser bem aceito no que diz respeito às propriedades sensoriais para comercialização.

Os molhos de tomate somente não indicaram diferença estatística entre si pelo teste de *Tukey* a 5% de significância nos atributos aroma e aparência.

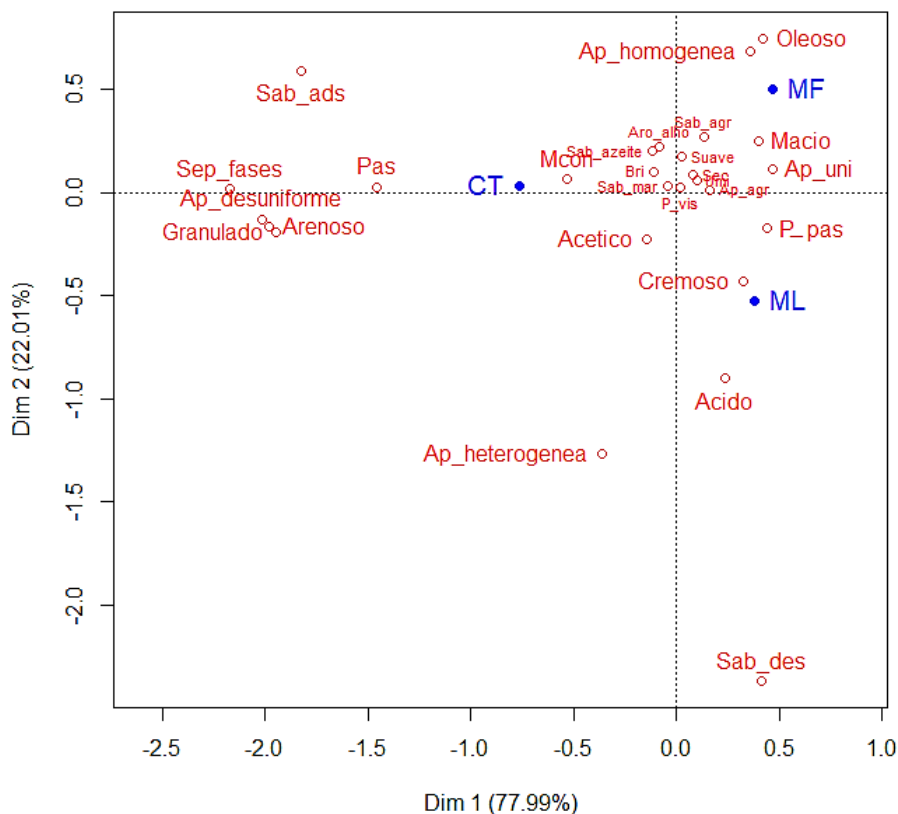
O molho com mucilagem liofilizada foi mais bem aceito nos atributos consistência (7,55), sabor (7,85) e impressão global (7,86). O potencial umectante e higroscópico da mucilagem liofilizada beneficiou as características sensoriais de aceitação do molho de tomate elaborado com esta matéria-prima. Observa-se que os termos hedônicos atingiram respectivamente “gostei moderadamente” e “gostei muito”.

Os índices de aceitabilidade também destacaram a boa aceitação do molho de tomate com mucilagem liofilizada em comparação com os demais produtos. Foram alcançados percentuais de 87,18 e 87,35% para o sabor e impressão global, respectivamente, que são próximos a 90% de aceitabilidade para testes mercadológicos.

Quanto a intenção de compra, o molho de tomate com mucilagem liofilizada obteve média 1,86, que corresponde aos termos “possivelmente compraria o produto” e “certamente compraria o produto”, seguido pelo molho de tomate controle (2,17) e o molho com mucilagem úmida (2,54).

Os resultados do teste CATA estão representados pela Figura 2, através de análise de correspondência, na qual os atributos específicos tendem ao agrupamento e permitem visualizar as características dos produtos.

Figura 2. Teste CATA dos molhos de tomate.



M – molho de tomate; M_C – controle; M_U – mucilagem úmida; M_L – mucilagem liofilizada.
Pastoso – Pas.; Pouco Pastoso – P. pas.; Muito Consistente – M. com.; Úmido – Umi.; Seco – Sec.;
Brilhoso – Bri.; Cremoso; Granulado; Pouco Viscoso – P. vis.; Aparência Homogênea – Ap.
homogênea; Aparência Heterogênea – Ap. heterogênea; Aparência Desuniforme – Ap. desuniforme;
Aparência Agradável – Ap. agr.; Aparência Uniforme – Ap. uni.; Ocorre separação de fases – Sep.
fases; Arenoso; Macio; Sabor Marcante – Sab. mar.; Sabor Agradável – Sab. agr.; Sabor Desagradável
– Sab. des.; Sabor Adstringente – Sab. ads.; Sabor de azeite – Sab. azeite; Ácido; Acético; Suave;
Aroma de alho – Aro. alho.

O molho de tomate com mucilagem liofilizada apresentou valores positivos para primeira dimensão, o qual foi descrito como de aparência uniforme, macio, suave, aparência homogênea, sabor agradável e úmido. É provável que essas características tenham sido atribuídas pela ação espessante e emulsificante da mucilagem de quiabo, o que corrobora com as maiores notas hedônicas na aceitação sensorial.

Os valores negativos da primeira dimensão ficaram mais aglomerados para o molho controle e molho com mucilagem úmida, designados com os termos aparência desuniforme, granuloso, arenoso, acético e aparência heterogênea. Esse perfil refletiu na intenção de compra dos respectivos molhos de tomate, que variaram de “possivelmente compraria o produto” a “talvez comprasse, talvez não comprasse”.

Na segunda dimensão foram apresentados valores negativos para o molho de tomate controle. Os provadores descreveram o molho menos preferido como de sabor adstringente,

com separação de fases, muito consistente, sabor de azeite, pastoso, sabor marcante e aroma de alho.

4. Conclusões

Os molhos de tomate elaborados com a mucilagem do quiabo apresentaram boa aceitação sensorial, principalmente com mucilagem liofilização, designados com aparência homogênea, macio, suave, sabor agradável e úmido. A mucilagem liofilizada apresentou maior teor de fenólicos totais e atividade antioxidante, bem como melhorou a funcionalidade do molho de tomate, podendo ser melhor utilizada como aditivo natural neste tipo de produto.

Referências

- Al-Sayed, HMA, Rasmy, NMH, Rizk, IRS & Yousef, EEI. (2012). Functional properties of some fat-replacers and their uses in preparation of reducedfat mayonnaise. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, (7)1, 109-119.
- Alba, K, Laws, AP & Kontogiorgos, V. (2015). Isolation and characterization of acetylated LM-pectins extracted from okra pods. *Food Hydrocolloids*, (43), 726–735.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemist. (2016). *Official methods of analysis*. 20. ed. Washington, D.C.
- APHA. American Public Health Association. (1992). *Standard methods for the examination of dairy products*. Washington, 345p.
- Ares, G, Barreiro, C, Deliza, R, Giménez, A & Gámbaro, A. (2010). Aplicação de uma pergunta de verificação para todos que aplica-se ao desenvolvimento de sobremesas de leite de chocolate. *Revista de Estudos Sensoriais*, (25), 67-86.
- Dimopoulou, M, Ritzoulis, C & Panayiotou, C. (2015). Surface characterization of okra hydrocolloid extract by inverse gas chromatography (IGC). *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, (475)1, 37–43.
- Dutcosky, SD. (2013). *Análise sensorial de alimentos*. 4ª ed. Curitiba: Champagnat, 531p.

Fernandes, RPP, Trindade, MA, Tomin, FG, Lima, CG, Pugine, SMP, Munekata, PES, Lorenzo, JM, De Melo, MP. (2015). Evaluation of antioxidant capacity of 13 plant extracts by three different methods: cluster analyses applied for selection of the natural extracts with higher antioxidant capacity to replace synthetic antioxidant in lamb burgers. *Journal of Food Science and Technology*, 1-10.

Gemedede, HF, Ratta, N, Haki, GD & Woldegiorgis, AZ. (2014). Nutritional quality and health benefits of Okra (*Abelmoschus esculentus*): A review. *Food Science and Quality Management*, (33), 87-97.

Georgiadis, N, Ritzoulis, C, Sioura, G, Kornezou, P, Vasiliadou, C & Tsiptsias, C. (2011). Contribution of okra extracts to the stability and rheology of oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids*, (25)5, 991–999.

Ghori, MU, Alba, K, Smith, AM, Conway, BR & Kontogiorgos, V. (2014). Okra extracts in pharmaceutical and food applications. *Food Hydrocolloids*, (42)3, 342-347.

Ghori, MU, Mohammad, MA, Rudrangi, SRS, Fleming, LT, Merchant, HA, Smith, AM & Conway, BR. (2017). Impact of purification on physicochemical, surface and functional properties of okra biopolymer. *Food Hydrocolloids*, (71), 311-320.

Gularte, MA. (2009). *Análise sensorial*. Pelotas: Editora Universitária da Universidade Federal de Pelotas, 66p.

Hussein, MM, Hassan, FAM, Abdel Daym, HH, Salama, A, Enab, AK & Abd El-galil, A. (2011). Utilization of some plant polysaccharides for improving yoghurt consistency. *Annals of Agricultural Sciences*, (56)2, 97–103.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4ª ed., 1ª ed. Digital, São Paulo, 1020p.

Laurenti, E & Garcia, S. (2013). Eficiência de materiais encapsulantes naturais e comerciais na liberação controlada de probiótico encapsulado. *Brazilian Journal of Food Technology*, (16)2, p 107–115.

Lin, MJY, Humbert, ES & Sosulski, F. W. (1974). Certain functional properties of sunflower meal products. *Journal of Food Science*, (39)1, 368-70.

Maciel, GM, Luz, JMQ, Campos, SFB, Finzi, RR & Azevedo, BNR. (2017). Heterosis in okra hybrids obtained by hybridization of two methods: Traditional and experimental. *Horticultura Brasileira*, (35)1.

Mcclements, DJ & Gumus, CE. (2016). Natural emulsifiers - Biosurfactants, phospholipids, biopolymers, and colloidal particles: Molecular and physicochemical basis of functional performance. *Advances in Colloid and Interface Science*, (234), 3–26.

Melo, SS, Silva, MCM, Santana, YAG & Lima, A. (2012). Formulação, caracterização físico-química, sensorial, microbiológica e vida de prateleira de molho de tomate para pizza. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, (6)15.

Petropoulos, S, Fernandes, A, Barros, L & Ferreira, ICFR. (2018). Chemical composition, nutritional value and antioxidant properties of Mediterranean okra genotypes in relation to harvest stage. *Food Chemistry*, (242), 466–474.

Petrut, RF, Danthine, S & Blecker, C. (2016). Assessment of partial coalescence in whippable oil-in-water food emulsions. *Advances in Colloid and Interface Science*, (229), 25–33.

R Core Team. The R Project for Statistical Computing. (2014). *R: a language and environment for statistical computing*, Viena, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.

Romanchik-Cerpovicz, JE, Costantino, AC & Gunn, LH. (2006). Sensory evaluation ratings and melting characteristics show that okra gum is an acceptable milk-fat ingredient substitute in chocolate frozen dairy dessert. *Journal of the American Dietetic Association*, (106)4, 594–597.

Segura-Campos, MR, Acosta-Chi, Z, Rosado-Rubio, G, Chel-Guerrero, L & Betancur-Ancona, D. (2014). Whole and crushed nutlets of chia (*Salvia hispanica*) from Mexico as a source of functional gums. *Food Science and Technology*, (34)4, 701- 709.

Silva, FAZ & Azevedo, CAV. (2016). The assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, (11)39, 3733-3740.

Stevens, JE & Chapman, RA. (1955). The determination of starch in meat products with the anthrone reagent. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, v. 38, n. 2, p. 202-210, 1955.

Sousa, APB, Lima, FGS & Lima, A. (2015). Propriedades nutricionais do maxixe e do quiabo. *Revista Saúde em Foco*, Teresina, (2)1, art. 8, 113-129.

Sosulski, F, Humbert, E.S, Bui, K & Jones, JD. (1976). Functional properties of rapeseed flour, concentrates and isolate. *Journal Food Science*, (41)6, 1349-76.

Vasconcelos, NM, Pinto, GAS & Aragão, FAS. (2013). *Determinação de açúcares redutores pelo Ácido 3,5-Dinitrosalicílico: histórico do desenvolvimento do método e estabelecimento de um protocolo para o laboratório de bioprocessos*, 29 p. Embrapa Agroindústria Tropical (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 88).

Waterhouse, A. (2006). Folin-ciocalteau micro methelol for total phenol in wine. *America Journal of Enology and Viticulture*, 3-5.

Yuennan, P, Sajjaanantakul, T & Goff, HD. (2014). Effect of okra cell wall and polysaccharide on physical properties and stability of ice cream. *Journal of Food Science*, (79)8.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Sousliny Skolen Fernandes Pereira de Araújo – 20%

Luciana Márcia Andrade da Silva – 20%

Bruno Fonsêca Feitosa – 20%

André Leandro da Silva – 20%

Mônica Tejo Cavalcanti – 20%