

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, SAÚDE E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ANTONIA MAYARA BRILHANTE DE SOUSA

**ESTABILIDADE DE HAMBÚRGUERES CONTENDO
FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS COMO SUBSTITUTO DE GORDURA E
CLORETO DE POTÁSSIO COMO SUBSTITUTO DO SAL**

IMPERATRIZ

2019

ANTONIA MAYARA BRILHANTE DE SOUSA

**ESTABILIDADE DE HAMBÚRGUERES CONTENDO
FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS COMO SUBSTITUTO DE GORDURA E
CLORETO DE POTÁSSIO COMO SUBSTITUTO DO SAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Virgínia Kelly Gonçalves Abreu.

IMPERATRIZ

2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Brilhante de Sousa, Antonia Mayara.

Estabilidade de hamburques contendo frutooligossacarídeos como substituto de gordura e cloreto de potássio como substituto do sal / Antonia Mayara Brilhante de Sousa. - 2019.

48 f.

Orientador(a): Virgínia Kelly Gonçalves Abreu.

Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Maranhão, Universidade Federal do Maranhão, 2019.

1. Armazenamento. 2. Baixo teor de sal. 3. Fibra prebiótica. 4. Produto carneo. 5. TBARS. I. Gonçalves Abreu, Virgínia Kelly. II. Título.

ANTONIA MAYARA BRILHANTE DE SOUSA

**ESTABILIDADE DE HAMBÚRGUERES CONTENDO
FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS COMO SUBSTITUTO DE GORDURA E
CLORETO DE POTÁSSIO COMO SUBSTITUTO DO SAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Virgínia Kelly Gonçalves Abreu (Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão

Prof.^a Dr.^a Ana Lúcia Fernandes Pereira (Membro)
Universidade Federal do Maranhão

Prof.^a Dr.^a Tatiana de Oliveira Lemos (Membro)
Universidade Federal do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todo amor, força e misericórdia que me fez chegar até aqui.

Aos meus pais, Antonio Gonçalves e Francineide Brilhante, a quem dedico esta vitória. As palavras se tornam pequenas, comparadas à imensa gratidão que tenho pelos dois. Orientaram meu caminho, cheio de lutas e incertezas e também de muitas esperanças e sonhos. Serei eternamente grata.

Às minhas irmãs, Leila, Iramara e Raymara, eu agradeço por sempre estarem dispostas a me ajudar e me amar independente de todos os defeitos.

Aos meus amigos Renata Alves, Anderson Rocha, Apolo Soares e Felipe Joseph pelos anos incríveis que passamos juntos, por todo o apoio e companheirismo, e por todas as raivas que resultaram em riso. Amizades que jamais esquecerei.

Às companheiras de lar, Sandra Souza e Patrícia Pereira que me acolheram e me ajudaram sempre que precisei.

Ao Bernardo por todo carinho e incentivo.

A minha mãe-científica e orientadora, Virgínia Abreu, não só por ter me orientado em cada momento, mas por ser um exemplo de mulher, profissional e amiga. Agradeço pela confiança, pelo respeito, por me ensinar e ajudar no meu crescimento acadêmico.

Aos meus companheiros da pesquisa do laboratório LACEP, por toda ajuda nas análises. A todos os professores da UFMA, por todo aprendizado e orientações que me fizeram chegar até aqui.

Foi graças a todo incentivo e crítica que recebi durante todos esses anos, que hoje posso celebrar este momento. Um agradecimento a todos.

RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da redução de gordura e sal em hambúrgueres durante o armazenamento congelado. Para isso, foram produzidos dois tratamentos: T1 –sem redução de gordura e sal(controle) e T2 - com redução de gordura e sal e adição de frutooligossacarídeos e KCl. Os hambúrgueres foram avaliados quanto ao pH, atividade de água, oxidação lipídica (TBARS), qualidade de cozimento e cor instrumental aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias. A aceitação sensorial foi realizada utilizando as escalas hedônica, escala do ideal e de intenção de compra aos 0 e 120 dias. O pH dos hambúrgueres aumentou ($p < 0,05$) com 120 dias. Para a oxidação lipídica, houve interação entre os tratamentos e a estocagem. Houve aumento nos valores de TBARS com tempo de armazenamento para ambos os tratamentos. T2 apresentou os maiores valores de TBARS aos 0, 30 e 60 dias. Para a cor antes do cozimento, houve uma redução de a^* ($p < 0,05$) com 90 dias. Após o cozimento, o L^* reduziu aos 90 dias, enquanto o a^* aumentou. No entanto, as mudanças na cor instrumental não foram percebidas pelos consumidores. Para a aceitação sensorial, houve redução do sabor, textura e impressão global com o armazenamento. Porém, apesar do declínio, as médias permaneceram na zona de aceitação. Os hambúrgueres foram percebidos como menos suculentos, menos salgados e com menor intenção de compra após o armazenamento. Assim, os resultados reforçam a necessidade de mais estudos com o armazenamento de produtos cárneos com redução de gordura e sal.

Paravras-chave: Armazenamento; produto cárneo; fibra prébiótica; baixo teor de sódio; TBARS; suculência; gosto salgado.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of fat and sodium chloride reduction in beef burgers during frozen storage. For this, two treatments were produced: T1 - without fat and sodium chloride reduction (control) and T2 - with fat reduction of 50% + 5% of fructooligosaccharides and with the replacement of 50% of sodium chloride by KCl. The beef burgers were evaluated for pH, water activity, lipid oxidation, cooking quality and instrumental color at 0, 30, 60, 90 and 120 days. The sensory acceptance was performed using hedonic, just-about-right and purchase intent scales at 0 and 120 days. The pH of beef burgers increased ($p < 0.05$) with 120 days. For the lipid oxidation, there was an interaction between treatments and time storage. There was an increase in TBARS values with storage time for both treatments. T2 had the highest TBARS values at 0, 30 and 60 days. For the color before cooking, there was a reduction in the redness ($p < 0.05$) with 90 days. After cooking, the lightness reduced at 90 days, while the redness increased at the 90 days. However, the instrumental changes were not perceived by consumers. For the sensory acceptance, there was a reduction in the flavor, texture and overall liking with storage. However, despite the decline, the averages remained in the acceptance zone. The beef burgers were perceived as less juiciness, less salty and with lesser purchase intention after storage. Thus, the results reinforce the need for more studies with the storage of meat products with fat and sodium chloride reduced.

Key-words: Storage; meat products; prebiotic fiber; low-sodium; TBARS; Juiciness; salty taste.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAIS E MÉTODOS	11
2.1 <i>pH</i>	12
2.2 <i>Atividade de água</i>	12
2.3 <i>Oxidação lipídica</i>	12
2.4 <i>Cor instrumental</i>	13
2.5 <i>Qualidade de cozimento</i>	13
2.6 <i>Avaliação sensorial</i>	13
2.7 <i>Análise dos dados</i>	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
3.1 <i>pH, atividade de água e oxidação lipídica</i>	15
3.2 <i>Qualidade de cozimento</i>	18
3.3 <i>Cor instrumental</i>	20
3.4 <i>Avaliação sensorial</i>	23
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
AGRADECIMENTOS	28
REFERÊNCIAS	28
FIGURAS	37
TABELAS	39
ANEXO.....	43

1 **AUTORES**

2 Antonia Mayara Brilhante de Sousa^a; Renata de AraujoAlves^a; David Samuel Silva
3 Madeira^a;Ronária Moura Santos^a; Ana Lucia Fernandes Pereira^a; Tatiana de Oliveira Lemos^a;
4 Virginia Kelly Gonçalves Abreu^a.

5

6 ^aCurso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências
7 Sociais, Saúde e Tecnologia, 65.900-410, Imperatriz, Maranhão, Brazil, E-
8 mail:mayarabrilhante.s@gmail.com, renaata_alves@hotmail.com,
9 david.samuel2014.1@gmail.com, ronaria.ms@gmail.com, anafernandesp@gmail.com,
10 tatiana.lemos@ufma.br, vkellyabreu@gmail.com

11

12 * Corresponding author: Tel +55-99-981696263: E-mail anafernandesp@gmail.com

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24 1. INTRODUÇÃO

25 O hambúrguer é um produto bastante popular e consumido por diferentes faixas etárias
26 devido ao seu baixo custo, facilidade de preparo e características sensoriais (Hautrive et al.,
27 2019; Mapiye et al., 2014; Moghtadaei, Soltanizadeh, & Goli, 2018). No entanto esse produto
28 possui elevados teores de gordura e sal em sua composição (Rios-Mera et al., 2019; Selani et
29 al., 2016). A ingestão excessiva de gordura e sal está relacionada à ocorrência de várias
30 doenças, tais como, obesidade, hiperlipidemia, doenças cardiovasculares e hipertensão
31 (Aburto et al., 2013; Zhou, Yang, Wang, Wei, & Li, 2019). Desta forma, a redução de gordura
32 e sal nesse tipo de produto torna-se uma importante estratégia para produzir alimentos mais
33 saudáveis.

34 Limites para a ingestão diária de gordura e sal têm sido propostos por agências de
35 saúde, aumentando a busca por produtos com baixo teor desses constituintes. Isso representa
36 um grande desafio, uma vez que, a gordura e o sal têm influência sobre a qualidade dos
37 derivados cárneos (Felisberto, Galvão, Picone, Cunha, & Pollonio, 2015). O sal contribui para
38 a conservação e ambos afetam características de qualidade, como a textura, a suculência, a
39 capacidade retenção de água e o sabor (Ruusunen et al., 2005; Selani et al., 2016). Portanto,
40 não podem ser facilmente reduzidos e/ou substituídos, pois isso pode resultar em produtos
41 menos aceitos.

42 Várias estratégias têm sido usadas para reduzir o teor de gordura e sal em derivados
43 cárneos. O uso de fibras alimentares em produtos com baixo teor de gordura tem sido
44 sugerido como potenciais substitutos (Bis-souza, Henck, & Barreto, 2018) e dentre estas
45 fibras estão os frutooligossacarídeos (FOS), um nome genérico para todos os
46 oligossacarídeos não digeríveis compostos principalmente de frutose (Angiolillo, Conte, &
47 Del Nobile, 2015). O FOS contribui para o aumento de viscosidade, a melhoria da textura e da
48 capacidade de retenção de água (Pollonio, 2011). No caso do sal, a estratégia

49 comumente usada para reduzi-lo nos produtos cárneos é sua substituição parcial por outros
50 sais de cloreto, sendo o mais usado o cloreto de potássio (KCl). O KCl possui propriedades
51 semelhantes as do sal e é reconhecido como seguro, podendo ser usado sem perda de
52 funcionalidade. No entanto, sua adição é limitada devido ao aparecimento de sabor amargo
53 quando usado em maiores quantidades (Gusmão et al., 2017).

54 Embora vários estudos tenham avaliado a redução de gordura (Abbasi et al., 2019;
55 Afshari, Hosseini, Khaneghah, & Khaksar, 2017; Almeida, Wagner, Mascarin, Zepka, &
56 Campagnol, 2014; Alves et al., 2016; Bis-souza et al., 2018; Carvalho et al., 2019; Guedes-
57 Oliveira, Salgado, Costa-lima, Guedes-oliveira, & Conte-junior, 2016; Sousa et al., 2017) ou
58 de sal (Barbosa et al., 2016; Carvalho et al., 2015; Horita et al., 2017; Rios-Mera et al., 2019;
59 Santos et al., 2015; Seganfredo et al., 2016; Stanley, Bower, & Sullivan, 2017; Yotsuyanagi et
60 al., 2016) em diferentes tipos de produtos cárneos, são poucos os que testaram a redução
61 simultânea dos dois constituintes, bem como a estabilidade dos produtos formulados com
62 essas reduções, especialmente em hambúrgueres. Avaliar as mudanças de qualidade durante o
63 período de estocagem desse produto é importante.

64 Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da redução nos níveis de
65 gordura e sal sobre as características físico-químicas e a aceitação sensorial de hambúrgueres
66 durante o armazenamento congelado por 120 dias.

67

68 **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

69 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5
70 (2 tratamentos e 5 tempos de armazenamento), sendo 5 repetições por tratamento em cada
71 tempo de armazenamento, totalizando 5 observações. Os tratamentos consistiram em T1 -
72 controle (sem redução de gordura e sal) e T2 - com 50% de redução de gordura e sal + 5% de
73 FOS e 50% KCl. A formulação reduzida de gordura e sal foi definida em testes preliminares.

74 Os hambúrgueres foram armazenados congelados (-20 °C) e avaliados aos 0, 30, 60, 90 e 120
75 dias.

76 Os hambúrgueres foram elaborados a partir de carne bovina e toucinho e adicionados
77 de sal, KCl e frutooligossacarídeos (FOS) de acordo com a Tabela 1. As matérias primas foram
78 cominuídas em moedor (Beccaro PB 09 L I, Rio Claro, Brasil), com disco de 6 mm e
79 misturadas com os seguintes ingredientes: água (10%), fécula de mandioca (0,1%), pasta de
80 alho (0,1%), pasta de cebola (0,1%), glutamato monossódico (0,1%), antioxidante (0,1%) e
81 polifosfato (0,3%). Após a homogeneização, foram moldados hambúrgueres de
82 aproximadamente 50 g, sendo estes congelados e armazenados a -20 °C por 120 dias. Em
83 diferentes tempos (0, 30, 60, 90 e 120 dias), os hambúrgueres foram analisados quanto aopH,
84 atividade de água, oxidação lipídica, cor e qualidade de cozimento. A avaliação sensorial foi
85 realizada aos 0 e 120 dias.

86 2.1 pH

87 O pH dos hambúrgueres foi medido usando pHmetro (BiotechmPa 210, Piracicaba).
88 Para isso foram pesadas 10 gramas de cada amostra que foram misturadas com 100 mL de
89 água destilada, em seguida realizada a leitura.

90 2.2 Atividade de água

91 A leitura da atividade de água foi feita pela medida direta na amostra usando
92 equipamento digital (Aqualab, 4TE, Pullman, USA).

93 2.3 Oxidação lipídica

94 A avaliação da oxidação lipídica dos hambúrgueres foi realizada de acordo com a
95 metodologia de (Cherian, Selvaraj, Goeger, &Stitt, 2002) com modificações. Para tal, foram
96 pesados aproximadamente 2 g da amostra. Em seguida, foram adicionados 18 mL de ácido
97 tricloroacético (TCA) 7,5 % (Sorensen&Jorgensen, 1996) e 50 µL de butilato de
98 hidroxitolueno (BHT) 4,5%. Depois, o conteúdo foi homogeneizado por 1 minuto. O

99 homogeneizado foi centrifugado por 3 minutos a 3500 rpm e o sobrenadante foi filtrado em
100 papel de filtro Whatman nº 1. Posteriormente, 2mL do filtrado foram colocados em tubo de
101 ensaio, adicionando-se em seguida 2 mL de solução aquosa 20 mM de ácido tiobarbitúrico
102 (TBA). O branco foi preparado com 2mL deTCA e 2 mL de TBA. Os tubos foram aquecidos
103 em banho-maria (Solab, SL-150/10, Piracicaba, Brasil) a 90°C por 30 minutos e resfriados em
104 banho de gelo. A leitura da densidade óptica foi realizada em espectrofotômetro (Biospectro,
105 SP-220, Curitiba, Brasil) a 531 nm. O número de TBARS (substâncias reativas ao ácido
106 tiobarbitúrico) foi expresso como mg de malonaldeído (MDA) por kg do produto cárneo (mg
107 MDA/kg).

108 2.4 Cor instrumental

109 A determinação da cor foi realizada antes e após a cocção dos hambúrgueres
110 utilizando espectrofotômetro (Minolta, CM2300D, Tokyo, Japão) operando no sistema CIE,
111 onde foram medidos três parâmetros: L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b*
112 (intensidade de amarelo).

113 2.5 Qualidade de cozimento

114 A qualidade de cozimento foi determinada por meio do rendimento e da perda por
115 cocção e pela redução do diâmetro dos hambúrgueres. Para isso, foi realizada a pesagem dos
116 hambúrgueres e a medição do diâmetro antes da cocção. As amostras foram então preparadas
117 em grill elétrico doméstico (Suggar, Belo Horizonte, Brasil) por 4 minutos (2 de cada lado).
118 Após a cocção, os hambúrgueres foram novamente pesados e tiveram o diâmetro medido. O
119 rendimento, a perda por cocção e a redução do diâmetro foram calculados de acordo
120 Angiolillo et al. (2015).

121 2.6 Avaliação sensorial

122 A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal
123 do Maranhão, Maranhão, Brasil, sob o protocolo CAAE 55988116.9.0000.5087. A aceitação

124 sensorial dos hambúrgueres foi realizada com 60 julgadores não treinados de ambos os sexos
125 que assinaram o termo de Consentimento Livre Esclarecido, os julgadores foram selecionados
126 por gostarem de hambúrguer e consumirem o produto. Foi entregue a cada julgador, uma
127 bandeja contendo as amostras codificadas com número de três dígitos. A avaliação foi
128 realizada em cabines individuais.

129 Os hambúrgueres foram avaliados quanto aos atributos cor, aparência, aroma, sabor,
130 textura e impressão global por meio de escala hedônica estruturada mista de 9 pontos,
131 ancorada nos extremos pelos termos “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo”. Os termos
132 suculência e sabor salgado foram avaliados por meio da escala do ideal estruturada mista de 9
133 pontos, ancorada nos extremos pelos termos “extremamente mais forte que o ideal” e
134 “extremamente menos forte que o ideal”(Stone & Sidel, 2004). A intenção de compra foi
135 avaliada por meio de escala estruturada mista de 5 pontos, ancorada nos extremos pelos
136 termos “certamente compraria” e “certamente não compraria”. Para avaliação sensorial, os
137 hambúrgueres foram preparados em chapa aquecida até atingir temperatura interna de 71 °C
138 (MEILGAARD, 1991).

139 2.7 Análise dos dados

140 Os valores de pH, atividade de água, TBARS, qualidade de cozimento e cor foram
141 inicialmente avaliados usando a ANOVA com um planejamento fatorial, que incluiu os
142 efeitos do tratamento, tempo de armazenamento e a interação entre tratamento. Quando a
143 interação foi significativa, avaliou-se o impacto de cada fator sobre os outros. O teste de
144 Student-Newman-Keuls (SNK) foi utilizado para a comparação da média no nível de
145 confiança de 95% ($p < 0,05$).

146 Para os dados sensoriais da escala hedônica, os tratamentos e o tempo de
147 armazenamento foram considerados como fonte fixa de variação e o consumidor como efeito
148 aleatório. Os atributos cor, aparência, aroma, sabor, textura e impressão global foram

149 analisados pelo teste não paramétrico de Friedman, com nível de confiança de 95% ($p < 0,05$).
150 Além disso, a análise de componentes principais (PCA) foi realizada para visualizar como os
151 tratamentos foram afetados pelo atributo sabor. Todas as análises estatísticas foram realizadas
152 utilizando o software XLSTAT (Addinsoft, Paris, França).

153 Para os atributos suculência e sabor salgado, avaliados por meio da escala do ideal,
154 foram construídos histogramas para as regiões “acima do ideal” (valores entre +1 a +4), ideal
155 (0) e “abaixado ideal” (valores entre -1 a -4). Para a intenção de compra foram construídos
156 histogramas para as regiões não compraria (valores 1 e 2), talvez compraria (valor 3) e
157 compraria (valores 4 e 5).

158

159 **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

160 3.1 pH, atividade de água e oxidação lipídica.

161 Para os valores de pH, não foi observada diferença significativa em relação aos
162 tratamentos, ou seja, a retirada de gordura e sal com inclusão de FOS e KCl não influenciaram
163 o pH dos hambúrgueres (Tabela 2). Porém, houve efeito significativo do tempo de
164 armazenamento. Assim, o armazenamento provocou um aumento do pH e os hambúrgueres
165 armazenados por 120 dias apresentaram o maior valor para esta variável. Um aumento do pH
166 poderia representar uma redução da estabilidade do produto ao longo da estocagem. No
167 entanto, as análises microbiológicas (dados não apresentados) demonstraram que essa
168 estabilidade não foi afetada ao fim dos 120 dias de estocagem, garantindo assim condições de
169 consumo.

170 Assim como no presente estudo, Angiolillo et al. (2015) não observaram mudanças no
171 pH entre os tratamentos ao incluírem inulina, FOS ou farelo de aveia em hambúrgueres. O
172 mesmo foi reportado por Cáceres et al. (2004) com a substituição da gordura por FOS em
173 mortadela. Outros autores (Alves et al., 2016; Carvalho et al., 2019; Gök, Akkaya, Obuz,

174 &Bulut, 2011; Selani et al., 2016; Sousa et al., 2017) também não observaram mudanças nos
175 valores de pH com a redução de gordura e o uso de diferentes tipos de substitutos. A
176 substituição do sal por KCl ou por mistura de KCl e outros sais não afetou o pH de produtos
177 como embutido fermentado cozido (Campagnol, Santos, Terra, &Pollonio, 2012), salsicha
178 (Stanley et al., 2017) e salame (Zanardi, Ghidini, Conter, &Ianieri, 2010).

179 Quanto ao armazenamento, Yotsuyanagiet al. (2016) observaram um aumento do pH
180 com decorrer da estocagem ao testar a redução de sal com adição de KCl em salsicha. Um
181 aumento nos valores de pH ao fim de 90 dias de estocagem também foi reportado por
182 Hautrive et al. (2019) nos hambúrgueres que continham quitosana e farinha de linhaça
183 dourada como substitutos de gordura. Esses resultados estão de acordo com os obtidos no
184 presente estudo. Já Triki et al. (2017) ao substituírem o sal por uma mistura de sais (KCl,
185 CaCl_2 e MgCl_2) ou por um produto comercial extraído de algas marinhas (AlgySalt®)
186 observaram uma redução do pH com o armazenamento. Esse resultado também foi observado
187 por Candogan e Kolsarici (2003) em salsicha usando carragena e pectina como substitutos de
188 gordura. Em ambos os casos os autores atribuíram esta redução à produção de ácidos
189 orgânicos devido ao crescimento de bactérias lácticas.

190 Para a atividade de água também não houve interação significativa entre os
191 tratamentos e os tempos de armazenamento, bem como não houve efeito do tratamento ou do
192 tempo de armazenamento sobre essa variável (Tabela 2). Sendo assim, nem a redução da
193 gordura com inclusão de FOS, nem a substituição do sal por KCl e nem a estocagem
194 influenciaram os valores de atividade de água dos hambúrgueres. Esse resultado é
195 considerado positivo, pois a manutenção da atividade de água contribui para a conservação do
196 produto.

197 Resultado similar foi reportado por Cáceres et al. (2004) que, ao usar FOS como
198 substituto de gordura em mortadela, não observaram variação da atividade de água. Da

199 mesma forma, Selaniet al. (2016) não obtiveram variação na atividade de água de
200 hambúrgueres com a redução de gordura, usando subproduto de abacaxi e óleo de canola
201 como substitutos. Em relação à substituição do sal, outros autores (Campagnolet al., 2012;
202 Santos et al., 2015; Zanardi et al., 2010) não identificaram mudanças na atividade de água ao
203 usarem KCl ou mistura de KCl com outros sais. Estes resultados contrastam com os de
204 Barbosa et al. (2016) que obtiveram um aumento na atividade de água em kafta caprina ao
205 substituírem 50% do sal por KCl. Os autores atribuíram essa mudança a maior capacidade do
206 sal (NaCl) em reduzir a atividade de água devido ao seu maior poder desidratante em relação
207 ao KCl. Mas, essas diferenças em relação ao comportamento da atividade de água podem
208 estar diretamente relacionadas à composição dos alimentos (Seganfredoet al., 2016). Quanto à
209 estocagem, Candogan e Kolsarici (2003) também relataram que o tempo de armazenamento
210 não afetou significativamente a atividade de água em salsichas contendo carragena e pectina
211 como substitutos de gordura.

212 Quanto à oxidação lipídica, houve interação significativa entre os tratamentos e os
213 tempos de armazenamento (Tabela 2). Assim, em relação aos tratamentos, T2 apresentou
214 maior valor de TBARS até os 60 dias de estocagem. Aos 90 e 120 dias não houve diferença
215 significativa entre os tratamentos para os valores dessa variável. Quanto ao tempo de
216 estocagem, para ambos os tratamentos, foi observado um aumento nos valores de TBARS
217 entre os tempos 0 e 120 dias. A oxidação dos lipídios leva ao desenvolvimento de rancidez
218 causando redução da qualidade de produtos cárneos durante o armazenamento (Jin, Hwang,
219 Hur, & Kim, 2018). No presente estudo, apesar do aumento observado, todos os valores
220 encontrados estão abaixo de 1,0 mg de MDA/Kg do produto, sendo este o limite tolerável
221 para a rancidez oxidativa em alimentos (Rather et al., 2016).

222 Um aumento dos valores de TBARS em produtos cárneos com redução de gordura ou
223 sal também foi reportado por outros autores. Hautriveet al. (2019), ao substituírem a gordura

224 por farinha de linhaça dourada integral ou desengordurada em hambúrgueres, observaram
225 aumento da oxidação lipídica e os maiores valores de TBARS foram encontrados no produto
226 formulado com a farinha integral. Os autores também observaram aumento nos valores de
227 TBARS com o armazenamento independente do tratamento avaliado. Abbasiet al. (2019),
228 usando goma tragacanto em salsichas reduzidas de gordura, relataram que a oxidação lipídica
229 aumentou durante os 28 dias de armazenamento para todos os tratamentos. Diferente do
230 reportado por Santos, Campagnol, Pacheco e Pollonio (2012) que observaram redução dos
231 valores de TBARS em relação ao controle nos tratamentos que continham FOS como
232 substituto de gordura. Porém, os autores verificaram um aumento nos valores de TBARS
233 entre o início e o fim do armazenamento, sendo este comportamento similar ao obtido para os
234 hambúrgueres do presente estudo. Em produtos com substituição de sal, Stanley et al. (2017)
235 observaram um aumento dos valores de TBARS durante a estocagem de salsicha quando o
236 KCl foi usado como substituto. Um aumento dos valores de TBARS também foi reportado
237 por Horita, Morgano, Celeghini, e Pollonio (2011) durante a estocagem de mortadelas
238 reduzidas de gordura e usando um *blend* de CaCl_2 , MgCl_2 e KCl como substituto parcial do
239 sal. Jin et al. (2018), em salsichas com redução de gordura e substituição parcial do sal por
240 outros sais de cloreto, observaram valores de TBARS mais elevados do que o controle após
241 21 e 35 dias de armazenamento.

242 3.2 Qualidade de cozimento

243 A qualidade de cozimento dos hambúrgueres foi avaliada por meio das medidas de
244 rendimento da cocção, perdas na cocção e redução do diâmetro. Para a qualidade de
245 cozimento não houve interação ($p > 0,05$) entre os tratamentos e os tempos de armazenamento.
246 Também não houve influência do tratamento ou do tempo de armazenamento sobre os valores
247 dessas variáveis (Tabela 3). Sendo assim, nem a redução da gordura com inclusão de FOS,
248 nem a substituição do sal por KCl e nem a estocagem influenciaram na qualidade de

249 cozimento dos hambúrgueres. Nos produtos com redução de sal, o aumento da perda durante
250 cozimento é uma das principais preocupações (Ruusunenet al., 2005), uma vez que, o sal
251 contribui para a capacidade de retenção de água da carne (Guàrdia, Guerrero, Gelabert, Gou,
252 & Arnau, 2006). Da mesma forma, a redução de gordura sem substituição adequada pode
253 resultar em diminuição de rendimento e maior perda (Pollonio, 2011). Portanto, o resultado
254 obtido no presente estudo indica que a qualidade de cozimento dos hambúrgueres reduzidos
255 de gordura e sal não foi alterada e os mesmos tiveram um comportamento semelhante ao dos
256 hambúrgueres convencionais (controle) ao longo do armazenamento congelado.

257 Estes resultados divergem dos reportados por outros estudos que apontam aumento de
258 rendimento (Afshariet al., 2017; Bastos et al., 2014; Gök et al., 2011; Guedes-Oliveira et al.,
259 2016; Hautrive et al., 2019) e redução de perda (Selani et al., 2016; Turhan, Sagir, & Ustun,
260 2005) em hambúrgueres reduzidos de gordura e adicionados de diferentes tipos de substituto.
261 Além disso, diferente do presente estudo, os autores acima citados observaram menor
262 encolhimento dos hambúrgueres durante a cocção, ou seja, a redução do diâmetro foi menor
263 em tratamentos que continham o substituto. A redução de diâmetro não variou de forma
264 significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos avaliados. Os valores obtidos no presente estudo
265 (15,73-21,94%) estão próximos aos reportados por Carvalho et al. (2019) (16,85 – 25,57%),
266 Selani et al. (2016) (18,79 – 27,58%) e Turhan et al. (2005) (20,11 – 27,06%) ao substituírem
267 a gordura em hambúrguer por fibra de trigo, subproduto de abacaxi e canola e película de
268 avelã, respectivamente.

269 Resultados divergentes também são citados para produtos com redução simultânea de
270 gordura e sal. Assim, Ruusunenet al. (2005) verificaram que os hambúrgueres com maior
271 concentração de sódio apresentaram menor perda por cocção, enquanto as maiores perdas
272 foram observadas nos hambúrgueres com maior teor de gordura. Felisberto et al. (2015)
273 avaliando o efeito de FOS, inulina, amido resistente e polidextrose em mortadela reduzida de

274 gordura e sal, observaram maiores perdas nas formulações contendo inulina e polidextrose.
275 Um aumento nas perdas por cocção também foi reportado por Jiménez-Colmenero et al.
276 (2010) em salsichas reduzidas de gordura e sal e adicionadas de konjac e algas marinhas.

277 Em relação à redução de sal, Barbosa et al. (2016), avaliando kafta caprina, não
278 verificaram diferença nas perdas por cocção entre os tratamentos reduzidos de sal e
279 adicionados de KCl e o tratamento controle, corroborando com o resultado do presente
280 estudo. Os autores sugerem que o KCl em baixas concentrações possui uma alta capacidade
281 de extrair proteínas miofibrilares, estimulando a capacidade de retenção de água.
282 Yotsuyanagiet al. (2016) também não observaram diferenças entre os tratamentos para as
283 perdas na cocção ao avaliar redução de sal em salsichas. O mesmo foi observado por Choiet
284 al. (2014) ao substituírem parcialmente o sal por lactato de potássio e ascorbato de cálcio em
285 salsichas. Mas, resultado diverso foi reportado por Lee, Zhekov, Owens, Kim e Meullenet
286 (2012) que observaram um aumento na perda por cocção quando 50% do sal foi substituído
287 por KCl em peito de frango marinado. Assim, os efeitos da substituição do sal na qualidade de
288 cozimento dependem do produto e do substituto usado.

289 3.3 Cor instrumental

290 Vários autores investigaram as mudanças nos parâmetros de cor em produtos cárneos
291 com redução de gordura ou com redução de sal. Mas poucos são os trabalhos que envolvem as
292 duas reduções em um mesmo produto. Não foi observada interação significativa entre os
293 tratamentos e os tempos de armazenamento para os componentes de cor (L^* , a^* e b^*) antes ou
294 após a cocção. Além disso, não houve influência do tratamento sobre os valores de
295 luminosidade (L^*) dos hambúrgueres crus ou cozidos (Tabela 4). Sendo assim, a redução de
296 gordura e sal com inclusão de FOS e KCl não afetou esse parâmetro de cor. Em relação ao
297 tempo de armazenamento, este também não influenciou os valores de L^* antes da cocção, mas

298 com o cozimento houve redução de L^* aos 90 dias em relação ao dia zero, indicando que os
299 hambúrgueres estavam mais escuros que no início do armazenamento.

300 Resultado semelhante foi obtido por Göket al. (2011), que ao substituírem a gordura
301 por semente de papoula não observaram influência dos tratamentos nos valores de L^* dos
302 hambúrgueres crus ou cozidos. Em hambúrgueres cozidos, Selaniet al. (2016) não
303 encontraram diferenças na luminosidade (L^*) ao usarem resíduo de abacaxi e óleo de canola
304 como substitutos de gordura. Porém, diferente do presente estudo, os autores observaram uma
305 redução da luminosidade (L^*) dos hambúrgueres crus quando o resíduo de abacaxi foi
306 adicionado de forma isolada ou em conjunto com óleo de canola. Esse decréscimo de
307 luminosidade (L^*) foi observado por outros autores ao se reduzir gordura (Jiménez-
308 Colmenero et al., 2010; Sousa et al., 2017; Turhan et al., 2005) ou sal (Barbosa et al., 2016;
309 Carvalho et al., 2013; Seganfredo et al., 2016) em produtos cárneos. Com o armazenamento,
310 um decréscimo no valor de L^* foi observado por Hautriveet al. (2019), em hambúrgueres
311 reduzidos de gordura usando como substitutos quitosana ou farinha de linhaça dourada, e por
312 Stanley et al. (2017) em salsichas com substituição parcial do sal por KCl. No presente
313 estudo, uma redução de L^* só foi observada com o armazenamento, porém a retirada de
314 gordura é comumente associada com redução do brilho, tornando os produtos mais escuros
315 (Cáceres et al., 2004; Jiménez-Colmenero et al., 2010), da mesma forma que a redução de sal.
316 Portanto, os substitutos utilizados foram eficazes em proporcionar luminosidade similar ao
317 tratamento controle (Barbosa et al., 2016).

318 Para a intensidade de vermelho (a^*), não houve influência do tratamento sobre os
319 valores dessa variável antes ou após cocção (Tabela 4). Mas, o tempo de armazenamento
320 promoveu uma redução dos valores de a^* nos hambúrgueres crus e um aumento destes
321 valores nos hambúrgueres cozidos a partir dos 60 dias de estocagem. A redução na
322 intensidade de vermelho pode está relacionada á oxidação do pigmento durante o

323 armazenamento congelado. O valor de a^* é o componente de cor mais importante para se
324 avaliar a coloração da carne e dos produtos cárneos. Sua diminuição pode indicar uma
325 descoloração do produto, podendo afetar a aceitabilidade por parte do consumidor (Kim, Cho,
326 & Han, 2013). Para a intensidade de amarelo (b^*), não houve efeito significativo ($p > 0,05$) do
327 tratamento ou do tempo de armazenamento, nem antes nem depois do cozimento, indicando
328 que a redução de gordura e sal com inclusão de FOS e KCl ou a estocagem congelada não
329 influenciaram esse componente de cor.

330 Göket al. (2011) não observaram influencia da substituição de gordura por semente de
331 papoula em hambúrgueres para os valores de a^* antes ou após a cocção, o que confirma o
332 resultado do presente estudo. O mesmo foi reportado por Sousa et al. (2017) ao substituírem
333 gordura por colágeno em salsichas. Outros autores mencionam não haver mudanças nos
334 valores de a^* e b^* em produtos cárneos reduzidos de gordura (Carvalho et al., 2019; Santos et
335 al., 2012) ou sal (Delgado-Pando et al., 2018; Santos, Campagnol, Morgano, & Pollonio,
336 2014). Já em produtos com redução simultânea de gordura e sal, alguns autores reportam
337 influência dos tratamentos nos valores de a^* e b^* , o que difere do observado no presente
338 estudo. Desta forma, Felisberto et al. (2015) reportaram mudanças na intensidade de vermelho
339 (a^*) e amarelo (b^*) com o uso de prebióticos em mortadela reduzida de gordura e sal,
340 indicando influência do substituto no comportamento dessas variáveis. Jin et al. (2018)
341 observaram que os valores de a^* aumentaram enquanto os de b^* diminuíram com a
342 substituição do sal por outros sais de cloreto em salsichas. Com o armazenamento, Hautriveet
343 al. (2019) observaram redução no valor de a^* em hambúrgueres contendo quitosana e farinha
344 de linhaça dourada como substitutos de gordura, estando este resultado de acordo com o
345 observado no presente estudo para os hambúrgueres antes da cocção. Essa redução também
346 foi reportada por Stanley et al. (2017) durante o armazenamento de salsichas em que o sal foi
347 substituído por KCl. No entanto, os autores reportaram um aumento no valor de b^* . Assim

348 como observado para os hambúrgueres após a cocção, Jin et al. (2018) obtiveram um aumento
349 nos valores de a^* durante a estocagem de salsichas reduzidas de gordura e formuladas com
350 um *blend* de sais de cloreto. Já para os valores de b^* houve aumento seguido de redução.
351 Resultado diverso foi obtido por Horitaet al. (2011) ao constatar que a substituição do sal não
352 afetou os parâmetros de cor ao longo do armazenamento em de mortadelas reduzidas de
353 gordura.

354 3.4 Avaliação sensorial

355 A avaliação sensorial foi realizada nos dias 0 e 120 de armazenamento e os resultados
356 são apresentados na Tabela 5. As médias para os atributos sensoriais avaliados estiveram
357 entre 6,88 e 8,05, ou seja, entre os termos “gostei ligeiramente” e “gostei muitíssimo” da
358 escala hedônica, mostrando que houve boa aceitação dos hambúrgueres. É importante
359 salientar, que de acordo com o perfil dos julgadores (dados não mostrados), a maioria dos
360 participantes não tinha o hábito de consumir produtos com redução de gordura e sal e mesmo
361 assim, a aceitação dos hambúrgueres foi elevada. Guedes-Oliveira et al. (2016), ao
362 substituírem gordura por fibra de caju em hambúrgueres de frango, obtiveram médias entre
363 7,5 e 8,1 para os atributos sensoriais avaliados, sendo estas próximas a do presente estudo.
364 Porém, valores inferiores foram observados em outros estudos, como os reportados por
365 Turhanet al. (2005) (3,56-7,35), Carvalho et al. (2019) (5,82-7,63) e Gök et al. (2011) (5,4-
366 8,4) em hambúrgueres e por Yilmaz e Dağlioğlu (2003) (6,3-7,0) em almôndegas, quando
367 diferentes substitutos foram usados. Em produtos com redução de sal, médias inferiores
368 também foram obtidas por Carraro, Machado, Espindola, Campagnol e Pollonio (2012) (4,85-
369 5,80) e Horitaet al. (2011) (4,55-6,88) em mortadelas e Corral, Salvador e Flores (2013) em
370 embutido fermentado (5,34-6,33).

371 Não houve diferença significativa para aceitação dos atributos cor, aparência e aroma,
372 no início e no fim da estocagem (Tabela 5). Desta forma, nem a redução de gordura e sal com

373 adição de FOS e KCl e nem o armazenamento interferiram na aceitação desses atributos. Este
374 resultado é bastante satisfatório, pois cor e aparência estão entre as características que mais
375 influenciam o consumidor no momento da compra. Além disso, as mudanças de cor
376 detectadas pela avaliação instrumental (Tabela 4) não foram percebidas pelos consumidores
377 que atribuíram aos tratamentos a mesma nota hedônica antes e após o armazenamento.
378 Resultado similar foi reportado por Cáceres et al. (2004) e Santos et al. (2012) ao avaliarem o
379 uso de FOS como substituto de gordura. Os autores verificaram que as diferenças observadas
380 para cor instrumental não se confirmaram com a avaliação sensorial. Trabalhos anteriores
381 também não observaram variação na aceitação da cor (Cáceres et al., 2004; Carraro et al.,
382 2012; Jin et al., 2018; Seganfredo et al., 2016), da aparência (Corral et al., 2013; Guedes-
383 Oliveira et al., 2016; Horita et al., 2011) ou do aroma (Abbasi et al., 2019; Carvalho et al.,
384 2019; Poyato, Astiasarán, Barriuso, & Ansorena, 2015) de derivados cárneos com redução de
385 gordura ou sal, confirmando o observado para os hambúrgueres.

386 Para sabor, textura e impressão global, quando os tratamentos foram comparados nos
387 mesmos dias (T1 e T2 aos 0 dias e T1 e T2 aos 120 dias) não houve diferença significativa
388 ($p > 0,05$). No entanto, houve redução na aceitação do sabor e textura do tratamento T1
389 (controle) com o armazenamento [T1 (0) e T1 (120)] (Tabela 5), uma vez que a média para
390 esses atributos com 120 dias foi menor que aquela do dia 0. No entanto, para a impressão
391 global, não houve diferença ($p > 0,05$) entre o início e o final do armazenamento. Para o
392 tratamento T2, o sabor, a textura e impressão global não foram afetados pelo armazenamento,
393 pois não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os dias 0 e 120, resultado positivo, uma
394 vez que o aumento da oxidação lipídica em T2 não afetou o atributo sabor. Assim, o
395 armazenamento teve maior efeito sobre essas características sensoriais no tratamento controle
396 (T1). No entanto, apesar da redução observada, os escores permaneceram na zona de
397 aceitação da escala hedônica, o que compreende os valores entre 6 e 9.

398 A análise de componentes principais (ACP) foi aplicada nos dados de sabor. O ACP1
399 (F1) explicou 55,09% e o ACP2 (F2) 23,56% (Figura 1). Assim, a soma dos dois ACP é de
400 78,65%, sendo superior a 70%. Essa porcentagem é suficiente para representar a dispersão das
401 formulações, explicando a variação dos dados. Na Figura 1, cada ponto representa as
402 correlações entre os dados de aceitação do consumidor com os dois componentes principais.
403 No gráfico, é possível observar a presença de dois grupos distintos, sendo 1 formado por T1
404 (0) e T2 (0) no quadrante 1 e o outro por T1 (120) e T2 (120) no quadrante 4. Assim, estes
405 dados confirmam os da Tabela 5, com a aceitação do sabor variando durante o
406 armazenamento, mas não variando entre os tratamentos. Além disso, de acordo com a ACP,
407 os hambúrgueres de carne bovina de T1 (0) poderiam ser escolhidos como o mais aceito por
408 ter a maior concentração de julgadores em torno dele.

409 Resultados divergentes foram reportados por outros trabalhos em que a aceitação
410 sensorial diminuiu com a redução de gordura e sal. Hautriveet al. (2019) usando quitosana
411 como substituto de gordura em hambúrgueres teve menor aceitação do sabor e da impressão
412 global. Horitaet al. (2011) reportaram redução de aceitação no sabor quando o sal foi
413 substituído por outros sais de cloreto em mortadela reduzida de gordura. Santos et al. (2015)
414 obtiveram diminuição na aceitação da textura entre os tratamentos em que 50% do sal de
415 embutidos fermentados foi substituído por KCl ou CaCl₂ ou mistura de ambos. Com o
416 armazenamento, Jin et al. (2018) observaram menor aceitação da impressão global em
417 salsichas reduzidas de gordura quando o sal foi substituído por um blend de KCl e CaCl₂ ou
418 por um blend de KCl, CaCl₂ e MgCl₂.

419 Para avaliar a influência da redução de gordura e sal sobre a suculência e o gosto
420 salgado dos hambúrgueres foi aplicada a escala do ideal. A suculência está entre
421 características mais importantes para produtos cárneos, e reduzir gordura e sal dos
422 hambúrgueres pode afetar aceitação desse atributo. Os percentuais de frequência na “região

423 do ideal” para suculência variaram entre 38,33 e 66,67% (Figura 2A), sendo o maior
424 percentual observado para o tratamento controle (T1) no início do armazenamento (dia 0).
425 Ainda na Figura 2A, pode-se observar que o armazenamento produziu uma redução do
426 percentual na “região do ideal” para os dois tratamentos, sendo essa redução de
427 aproximadamente 27 e 30% para os tratamentos T1 e T2, respectivamente. Para ambos,
428 houve também um aumento no percentual de frequência na região “abaixo do ideal”,
429 especialmente para o tratamento T2, em que mais de 43% dos julgadores identificaram os
430 hambúrgueres como menos suculentos que o ideal. A suculência é uma característica
431 relacionada a textura e essa menor suculência observada pode ter contribuído para a redução
432 da aceitação da textura dos hambúrgueres (Tabela 4), uma vez que, os tratamentos T1 e T2
433 aos 120 dias apresentaram menor nível de aceitação que o T1 no início do armazenamento (0
434 dia).

435 Quanto ao sabor salgado (Figura 2B), os percentuais de frequência na “região do
436 ideal” variaram entre 50,00 e 66,67% e, assim como ocorreu para a suculência, o maior
437 percentual observado foi para ao tratamento T1 no início do armazenamento (dia 0). O
438 armazenamento também produziu uma redução no percentual de frequência na “região do
439 ideal”, sendo esta redução de aproximadamente 12% para ambos os tratamentos.
440 Aparentemente, o armazenamento teve menor interferência percepção do sabor salgado, uma
441 vez que, a redução no percentual de frequência na região do “ideal” dos tratamentos foi menor
442 que a observada para a suculência. O tratamento reduzido de gordura e sal (T2) apresentou o
443 maior percentual de frequência (36,67%) na região “abaixo do ideal” tanto no início como no
444 fim do armazenamento (Figura 2B). Desta forma, quase 37% dos julgadores indicaram os
445 hambúrgueres do tratamento T2 como menos salgados que o ideal. Esse resultado pode ajudar
446 a explicar a menor aceitação do tratamento T2 (Tabela 4) em relação ao sabor. Estes
447 resultados estão de acordo com os achados de vários autores. Yotsuyanagiet al. (2016),

448 avaliando a redução de sal com adição de KCl em salsichas encontraram percentuais na região
449 do “ideal” para o sabor salgado variando entre 52-65%, estando próximos aos obtidos para os
450 hambúrgueres. O menor percentual observado pelos autores foi para o tratamento com menor
451 concentração de sal, o que corrobora com o presente estudo. Santos et al. (2015), avaliando o
452 sabor salgado de embutido fermentado com redução de sal, também reportaram um menor
453 percentual de frequência na região do “ideal” e um maior percentual na região “abaixo do
454 ideal” quando o sal foi parcialmente substituído por KCl e/ou CaCl₂, sendo estes valores
455 significativamente diferentes do controle. O mesmo foi observado por Stanley et al. (2017)
456 em salsichas em que o sal foi parcialmente substituído por KCl. O percentual de frequência na
457 região do “ideal” dos tratamentos com redução foi menor em relação ao controle, indicando
458 que a substituição parcial do sal afetou a percepção do sabor salgado, confirmando o que foi
459 observado para os hambúrgueres.

460 O armazenamento produziu uma redução na atitude de compra dos hambúrgueres
461 (Figura 2C), sendo esta redução bem superior para tratamento T1 (aproximadamente 27%) em
462 comparação ao tratamento T2 (aproximadamente 14%). O tratamento controle (T1) aos 120
463 dias, exibiu o menor percentual de frequência na categoria “compraria” (56,67%), enquanto o
464 maior percentual de frequência (78,33%) foi observado para o mesmo tratamento no início da
465 estocagem (dia 0) (Figura 2C). Yotsuyanagiet al. (2016), em salsichas com redução de sal e
466 adição de KCl, observaram melhor desempenho na intenção de compra para os tratamentos
467 com maior percentual de sal, estando esse resultado de acordo com o observado no presente
468 estudo. Guedes-Oliveira et al. (2016), avaliaram a substituição da gordura por fibra de caju
469 em hambúrgueres de frango e o maior percentual observado para a intenção de compra foi de
470 79%, estando próximo ao maior valor obtido no presente estudo. Porém, esse maior
471 percentual foi obtido para o tratamento em que houve substituição de 60% da gordura por
472 fibra de caju, o que diverge do resultado observado para os hambúrgueres.

473

474 **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

475 Diante dos resultados obtidos podemos concluir que o tempo de armazenamento foi o
476 principal fator que influenciou as características físico-químicas, a aceitação sensorial e a
477 intenção de compra dos hambúrgueres. Já a redução de gordura e sal com inclusão de FOS e
478 KCl teve menor influência. Assim, com o armazenamento, houve aumento do pH e dos
479 valores de oxidação lipídica, embora estes tenham permanecido dentro do limite de aceitação.
480 Houve redução nos valores de luminosidade (L*) no produto cozido e de intensidade de
481 vermelho (a*) no produto cru, porém as mudanças não foram percebidas pelos consumidores.
482 Houve redução na aceitação do sabor, da textura e da impressão global, mas, apesar da
483 redução observada, as médias ainda permaneceram na região de aceitação. Os hambúrgueres
484 foram percebidos como menos suculentos e menos salgados e tiveram menor intenção de
485 compra após a estocagem. Sendo assim, os resultados reforçam a necessidade de mais estudos
486 associados ao armazenamento de produtos com redução gordura e sal e a buscas de estratégias
487 adicionais para minimizar as mudanças causadas pela utilização de substitutos e pelo
488 armazenamento.

489

490 **AGRADECIMENTOS**

491 A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do
492 Maranhão (FAPEMA) pelo financiamento da pesquisa e pela bolsa concedida. Ao Conselho
493 Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela bolsa concedida.

494

495 **REFERÊNCIAS**

496 Abbasi, E., Amini, R., Ahmadi, H., Nikoo, M., Hossein, M., & Sadeghinejad, N. (2019).

497 Effect of partial replacement of fat with added water and tragacanth gum (Astragalus

498 gossypinus and *Astragalus compactus*) on the physicochemical , texture , oxidative
499 stability , and sensory property of reduced fat emulsion type sausage. *Meat Science*,
500 147(May 2018), 135–143. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.09.007>

501 Aburto, N. J., Ziolkovska, A., Hooper, L., Elliott, P., Cappuccio, F. P., & Meerpohl, J. J.
502 (2013). Effect of lower sodium intake on health: Systematic review and meta-analyses.
503 *BMJ (Online)*, 346(7903), 1–20. <http://doi.org/10.1136/bmj.fl326>

504 Afshari, R., Hosseini, H., Khaneghah, A. M., & Khaksar, R. (2017). Physico-chemical
505 properties of functional low-fat beef burgers : Fatty acid profile modification. *LWT -*
506 *Food Science and Technology*, 78, 325–331. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.054>

507 Almeida, C. M., Wagner, R., Mascarin, L. G., Zepka, L. Q., & Campagnol, P. C. B. (2014).
508 Production of low-fat emulsified cooked sausages using amorphous cellulose gel.
509 *Journal of Food Quality*, 37, 437–443.

510 Alves, L. A. A. dos S., Lorenzo, J. M., Gonçalves, C. A. A., Santos, B. A. dos, Heck, R. T.,
511 Cichoski, A. J., & Campagnol, P. C. B. (2016). Production of healthier bologna type
512 sausages using pork skin and green banana flour as a fat replacers. *Meat Science*, 121,
513 73–78. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.001>

514 Angiolillo, L., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2015). Technological strategies to produce
515 functional meat burgers. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 697–703.
516 <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.021>

517 Barbosa, P. T., Santos, I. C. V, Ferreira, V. C. S., Fragoso, S. P., Silva, A. P., Araújo, I. B. S.,
518 ... Araújo, L. C. (2016). Physicochemical properties of low sodium goat kafta. *Food*
519 *Science and Technology*, 1–6. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.071>

520 Bastos, S. C., Pimenta, M. E. S. G., Pimenta, C. J., Reis, T. A., Nunes, C. A., Pinheiro, A. C.
521 M., ... Leal, R. S. (2014). Alternative fat substitutes for beef burger : technological and
522 sensory characteristics. *Journal of Food Science and Technology*, 51(September), 2046–

523 2053. <http://doi.org/10.1007/s13197-013-1233-2>

524 Bis-souza, C. V., Henck, M. J. M., & Barreto, A. C. da S. (2018). Performance of low-fat beef
525 burger with added soluble and insoluble dietary fibers. *Food Science and Technology*,
526 *2061*(3), 522–529. <http://doi.org/10.1590/fst.09217>

527 Cáceres, E., García, M. L., Toro, J., & Selgas, M. D. (2004). The effect of
528 fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. *Meat Science*,
529 *68*(1), 87–96. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.02.008>

530 Campagnol, P. C. B., Santos, B. A. dos, Terra, N. N., & Pollonio, M. A. R. (2012). Lysine,
531 disodium guanylate and disodium inosinate as flavor enhancers in low-sodium fermented
532 sausages. *Meat Science*, *91*(3), 334–338. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.012>

533 Candogan, K., & Kolsarici, N. (2003). Storage stability of low-fat beef frankfurters
534 formulated with carrageenan or carrageenan with pectin §, *64*, 207–214.

535 Carraro, C. I., Machado, R., Espindola, V., Campagnol, P. C. B., & Pollonio, M. A. R. (2012).
536 The effect of sodium reduction and the use of herbs and spices on the quality and safety
537 of bologna sausage. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, *32*(2), 289–295.
538 <http://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000051>

539 Carvalho, C. B., Madrona, G. S., Cestari, L. A., Guerrero, A., Souza, N. E. De, & Prado, I. N.
540 do. (2015). Sensory profile of beef burger with reduced sodium content. *Acta*
541 *Scientiarum*, *37*(2), 301–305. <http://doi.org/10.4025/actascitechnol.v37i2.25224>

542 Carvalho, C. B., Madrona, G. S., Corradine, S., Reche, P. M., Soares, M., & Nunes, I. (2013).
543 Evaluation of quality factors of bovine and chicken meat marinated with reduced sodium
544 content. *Food Science and Technology*, *33*(4), 776–783.

545 Carvalho, L. T., Pires, M. A., Baldin, J. C., Munekata, P. E. S., Carvalho, F. A. L. de,
546 Rodrigues, I., ... Trindade, M. A. (2019). Partial replacement of meat and fat with
547 hydrated wheat fiber in beef burgers decreases caloric value without reducing the feeling

548 of satiety after consumption. *Meat Science*, 147(August 2018), 53–59.
549 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.010>

550 Cherian, G., Selvaraj, R. K., Goeger, M. P., & Stitt, P. a. (2002). Muscle fatty acid
551 composition and thiobarbituric acid-reactive substances of broilers fed different cultivars
552 of sorghum. *Poultry Science*, 81(9), 1415–1420.

553 Choi, Y. M., Jung, K. C., Jo, H. M., Nam, K. W., Choe, J. H., Rhee, M. S., & Kim, B. C.
554 (2014). Combined effects of potassium lactate and calcium ascorbate as sodium chloride
555 substitutes on the physicochemical and sensory characteristics of low-sodium frankfurter
556 sausage. *Meat Science*, 96(1), 21–25. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.022>

557 Corral, S., Salvador, A., & Flores, M. (2013). Salt reduction in slow fermented sausages
558 affects the generation of aroma active compounds. *Meat Science*, 93(3), 776–785.
559 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.040>

560 Delgado-Pando, G., Fischer, E., Allen, P., Kerry, J. P., O’Sullivan, M. G., & Hamill, R. M.
561 (2018). Salt content and minimum acceptable levels in whole-muscle cured meat
562 products. *Meat Science*, 139(July 2017), 179–186.
563 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.01.025>

564 Felisberto, M. H. F., Galvão, M. T. E. L., Picone, C. S. F., Cunha, R. L., & Pollonio, M. A. R.
565 (2015). Effect of prebiotic ingredients on the rheological properties and microstructure of
566 reduced-sodium and low-fat meat emulsions. *LWT - Food Science and Technology*,
567 60(1), 148–155. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.004>

568 Gök, V., Akkaya, L., Obuz, E., & Bulut, S. (2011). Effect of ground poppy seed as a fat
569 replacer on meat burgers. *Meat Science*, 89(4), 400–404.
570 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.032>

571 Guàrdia, M. D., Guerrero, L., Gelabert, J., Gou, P., & Arnau, J. (2006). Consumer attitude
572 towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with

573 reduced sodium content. *Meat Science*, 73(3), 484–90.
574 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.01.009>

575 Guedes-Oliveira, J. M., Salgado, R. L., Costa-lima, B. R. C., Guedes-oliveira, J., & Conte-
576 junior, C. A. (2016). Washed cashew apple fiber (*Anacardium occidentale* L .) as fat
577 replacer in chicken patties. *LWT - Food Science and Technology*, 71, 268–273.
578 <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.005>

579 Gusmão, T. S. A., Alexandre, A. M., Souza, N. G. G. de, Sassi, K. K. B., Gusmão, R. P. de, &
580 Moreira, R. T. (2017). Partial replacement of sodium chloride by potassium chloride in
581 the formulation of French bread : effect on the physical , physicochemical and sensory
582 parameters. *Food Science and Technology*, 37, 55–62. [http://doi.org/10.1590/1678-](http://doi.org/10.1590/1678-457X.32216)
583 [457X.32216](http://doi.org/10.1590/1678-457X.32216)

584 Hautrive, T. P., Piccolo, J., Rodrigues, A. S., Cezar, P., Campagnol, B., & Kubota, E. H.
585 (2019). Effect of fat replacement by chitosan and golden flaxseed flour (wholemeal and
586 defatted) on the quality of hamburgers. *LWT - Food Science and Technology*,
587 102(August 2018), 403–410. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.025>

588 Horita, C. N., Esmerino, E. A., Vidal, V. A. S., Farah, J. S., Amaral, G. V, Bolini, H. M. A.,
589 ... Pollonio, M. A. R. (2017). Sensory profiling of low sodium frankfurter containing
590 garlic products : Adequacy of Polarized Projective Mapping compared with trained
591 panel. *Meat Science*, 131(March), 90–98. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.002>

592 Horita, C. N., Morgano, M. A., Celeghini, R. M. S., & Pollonio, M. A. R. (2011). Physico-
593 chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of
594 calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride.
595 *Meat Science*, 89(4), 426–433. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.05.010>

596 Jiménez-Colmenero, F., Cofrades, S., López-López, I., Ruiz-Capillas, C., Pintado, T., &
597 Solas, M. T. (2010). Technological and sensory characteristics of reduced/low-fat, low-

598 salt frankfurters as affected by the addition of konjac and seaweed. *Meat Science*, 84(3),
599 356–63. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.09.002>

600 Jin, S., Hwang, J., Hur, S. J., & Kim, G. (2018). Quality changes in fat-reduced sausages by
601 partial replacing sodium chloride with other chloride salts during five weeks of
602 refrigeration. *LWT - Food Science and Technology*, 97, 818–824.
603 <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.004>

604 Kim, S. J., Cho, A. R., & Han, J. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of leafy
605 green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. *Food*
606 *Control*, 29(1), 112–120. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.05.060>

607 Lee, Y. S., Zhekov, Z. G., Owens, C. M., Kim, M., & Meullenet, J. F. (2012). Effects of
608 partial and complete replacement of sodium chloride with potassium chloride on the
609 texture, flavor and water-holding capacity of marinated broiler breast fillets. *Journal of*
610 *Texture Studies*, 43(2), 124–132. <http://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2011.00322.x>

611 Mapiye, C., Aalhus, J. L., Vahmani, P., Rolland, D. C., Mcallister, T. A., Block, H. C., ...
612 Dugan, M. E. R. (2014). Improving beef hamburger quality and fatty acid profiles
613 through dietary manipulation and exploitation of fat depot heterogeneity. *Journal of*
614 *Animal Science and Biotechnology*, 1–11. <http://doi.org/10.1186/2049-1891-5-54>

615 Moghtadaei, M., Soltanizadeh, N., & Goli, S. A. H. (2018). Production of sesame oil oleogels
616 based on beeswax and application as partial substitutes of animal fat in beef burger. *Food*
617 *Research International*, 108(September 2017), 368–377.
618 <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.051>

619 Pollonio, M. A. . (2011). Produtos cárneos adicionados de fibras prébioticas e não prébioticas
620 como substituto de gordura. In S. M. I. Saad, A. G. da Cruz, & J. de A. F. Faria (Eds.),
621 *Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações tecnológicas* (pp.
622 423–451). São paulo: Varela.

623 Poyato, C., Astiasarán, I., Barriuso, B., & Ansorena, D. (2015). A new polyunsaturated gelled
624 emulsion as replacer of pork back-fat in burger patties : Effect on lipid composition ,
625 oxidative stability and sensory acceptability. *LWT - Food Science and Technology*, *62*,
626 1069–1075. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.02.004>

627 Rather, S. A., Masoodi, F. A., Akhter, R., Gani, A., Wani, S. M., & Malik, A. H. (2016).
628 Effects of guar gum as fat replacer on some quality parameters of mutton goshtaba , a
629 traditional Indian meat product. *Small Ruminant Research*, *137*, 169–176.
630 <http://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.03.013>

631 Rios-Mera, J. D., Saldaña, E., Cruzado-Bravo, M. L. M., Patinho, I., Selani, M. M., Valentin,
632 D., & Contreras-Castillo, C. J. (2019). Reducing the sodium content without modifying
633 the quality of beef burgers by adding micronized salt. *Food Research International*, *121*,
634 288–295. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.044>

635 Ruusunen, M., Vainionpää, J., Lyly, M., Lähteenmäki, L., Niemistö, M., Ahvenainen, R., &
636 Puolanne, E. (2005). Reducing the sodium content in meat products : The effect of the
637 formulation in low-sodium ground meat patties. *Meat Science*, *69*, 53–60.
638 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.06.005>

639 Santos, B. A. dos, Campagnol, P. C. B., Cruz, A. G. da, Morgano, M. A., Wagner, R., &
640 Pollonio, M. A. R. (2015). Is There a Potential Consumer Market for Low-Sodium
641 Fermented Sausages? *Journal of Food Science*, *80*(5), S1093–S1099.
642 <http://doi.org/10.1111/1750-3841.12847>

643 Santos, B. A. dos, Campagnol, P. C. B., Morgano, M. A., & Pollonio, M. A. R. (2014).
644 Monosodium glutamate, disodium inosinate, disodium guanylate, lysine and taurine
645 improve the sensory quality of fermented cooked sausages with 50% and 75%
646 replacement of NaCl with KCl. *Meat Science*, *96*(1), 509–513.
647 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.024>

648 Santos, B. A. dos, Campagnol, P. C. B., Pacheco, M. T. B., & Pollonio, M. A. R. (2012).
649 Fructooligosaccharides as a fat replacer in fermented cooked sausages. *International*
650 *Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 1183–1192.
651 <http://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.02958.x>

652 Seganfredo, D., Rodrigues, S., Kalschne, D. L., Mendes, C., Sarmiento, P., & Canan, C.
653 (2016). Partial substitution of sodium chloride in Toscana sausages and the effect on
654 product characteristics. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(3), 1285–1294.
655 <http://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n3p1285>

656 Selani, M. M., Shirado, G. A. N., Margiotta, G. B., Saldaña, E., Spada, F. P., Piedade, S. M.
657 S., ... Canniatti-Brazaca, S. G. (2016). Effects of pineapple byproduct and canola oil as
658 fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. *Meat*
659 *Science*, 112, 69–76. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.020>

660 Sorensen, G., & Jorgensen, S. S. (1996). A critical examination of some experimental
661 variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products.
662 *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und -Forschung*, 202(3), 205–210.
663 <http://doi.org/10.1007/BF01263541>

664 Sousa, S. C., Fragoso, S. P., Penna, C. R. A., Arcanjo, N. M. O., Silva, F. A. P., Ferreira, V.
665 C. S., ... Araújo, Í. B. S. (2017). Quality parameters of frankfurter-type sausages with
666 partial replacement of fat by hydrolyzed collagen. *LWT - Food Science and Technology*,
667 76, 320–325. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.034>

668 Stanley, R. E., Bower, C. G., & Sullivan, G. A. (2017). Influence of sodium chloride
669 reduction and replacement with potassium chloride based salts on the sensory and
670 physico-chemical characteristics of pork sausage patties. *Meat Science*, 133(December
671 2016), 36–42. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.021>

672 Stone, H., & Sidel, J.L. (2004). *Sensory evaluation practices*. 3rd ed., Boston: Academic Press.

673 Triki, M., Khemakhem, I., Trigui, I., Salah, R. Ben, Jaballi, S., Ruiz-capillas, C., ... Besbes,
674 S. (2017). Free-sodium salts mixture and AlgySalt ® use as NaCl substitutes in fresh and
675 cooked meat products intended for the hypertensive population. *Meat Science*,
676 133(January), 194–203. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.07.005>

677 Turhan, S., Sagir, I., & Ustun, N. S. (2005). Utilization of hazelnut pellicle in low-fat beef
678 burgers. *Meat Science*, 71(2), 312–316. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.027>

679 Yilmaz, I., & Dağlioğlu, O. (2003). The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid
680 composition and physicochemical properties of meatballs. *Meat Science*, 65(2), 819–823.
681 [http://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00286-3](http://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00286-3)

682 Yotsuyanagi, S. E., Contreras-castillo, C. J., Hagiwara, M. M. H., Cipolli, K. M. V. A. B.,
683 Lemos, A. L. S. C., Morgano, M. A., & Yamada, E. A. (2016). Technological , sensory
684 and microbiological impacts of sodium reduction in frankfurters. *Meat Science*, 115, 50–
685 59. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.12.016>

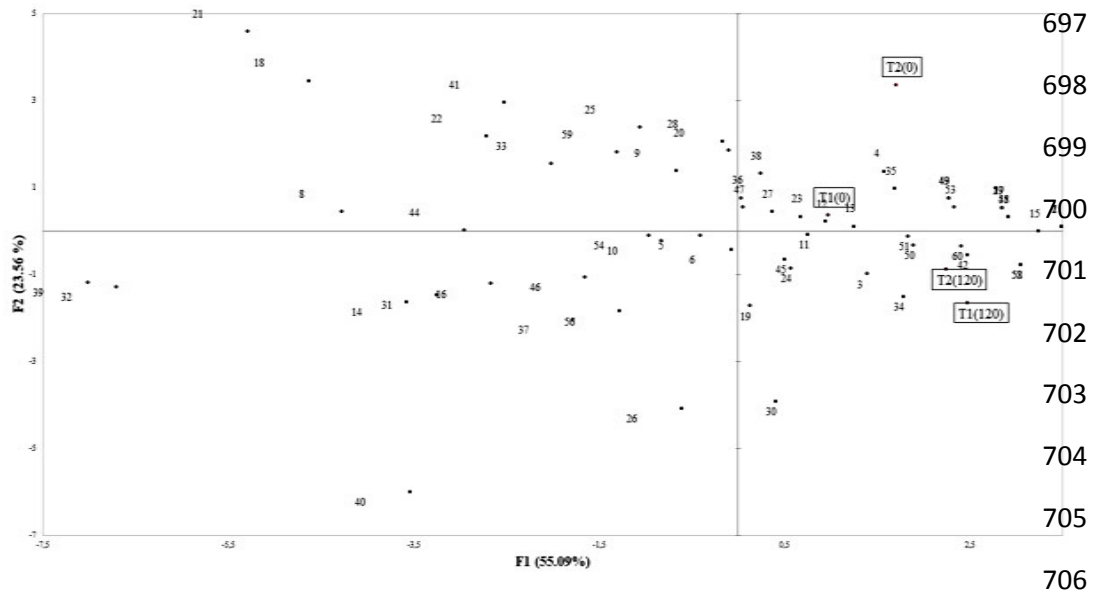
686 Zanardi, E., Ghidini, S., Conter, M., & Ianieri, A. (2010). Mineral composition of Italian
687 salami and effect of NaCl partial replacement on compositional, physico-chemical and
688 sensory parameters. *Meat Science*, 86(3), 742–747.
689 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.06.015>

690 Zhou, L., Yang, Y., Wang, J., Wei, S., & Li, S. (2019). Effects of low fat addition on chicken
691 myofibrillar protein gelation properties. *Food Hydrocolloids*, 90(December 2018), 126–
692 131. <http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.11.044>

693

FIGURAS

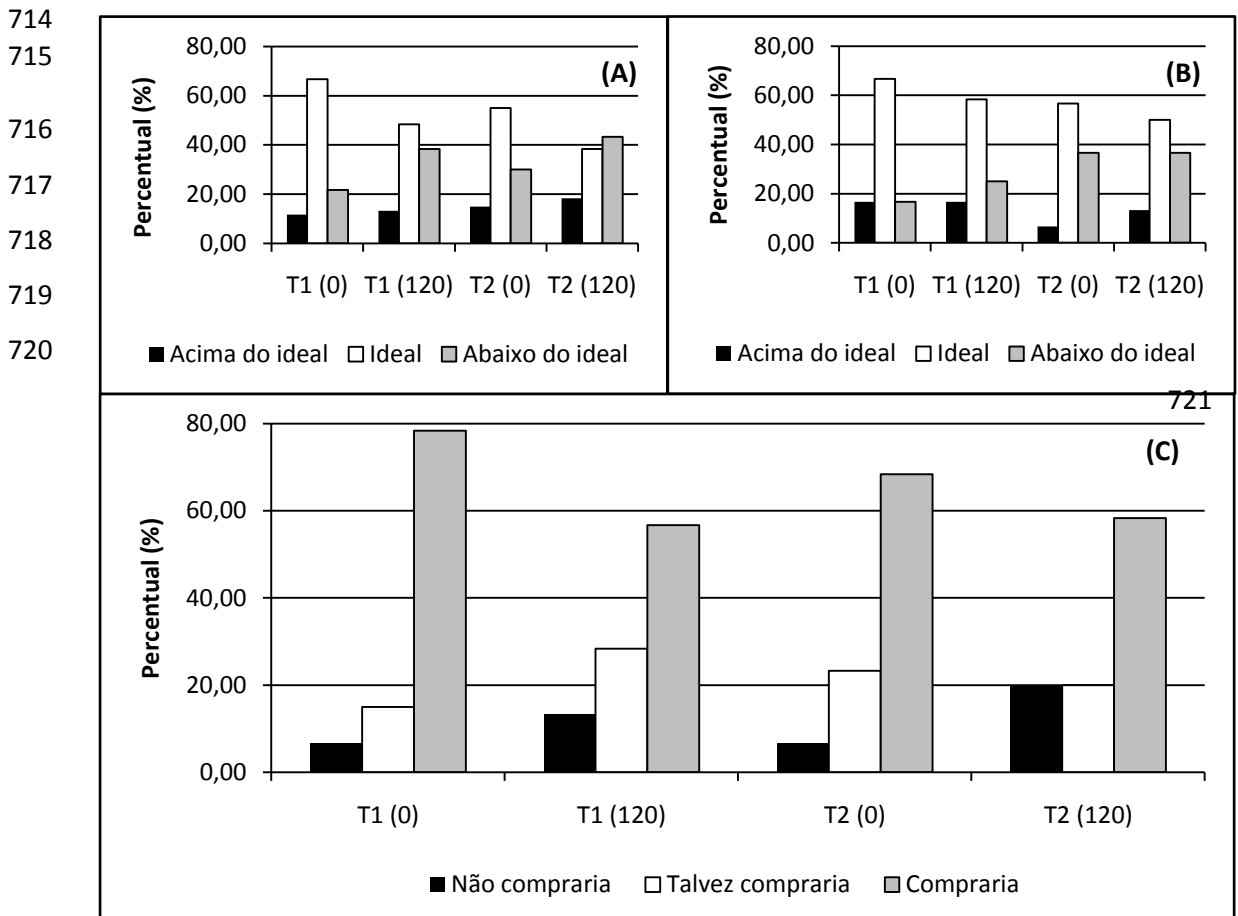
694 **Figura 1** –Representação das formulações para a aceitação do sabor na primeira e segunda
695 análise de componentes principais (ACP) de hambúrgueres com redução de gordura e sódio e
696 armazenados por 120 dias sobcongelamento (-20 ° C).



707 T1 – controle (sem redução de gordura e sal); T2 – com redução de 50% de gordura + 5% de FOS e 50% de sal
708 + 50% de KCl). T1 (0) e T2 (0) – 0 dia de armazenamento; T1 (120) e T2 (120) – 120 dias de armazenamento
709 congelado.

710

711 **Figura 2** – Regiões acima do ideal, ideal e abaixo do ideal para a suculência (A) e sabor
 712 salgado (B) e intenção de compra (C) de hambúrgueres elaborados com redução de
 713 gordura e sal e armazenados por 120 dias sobcongelamento (-20 ° C).



722 controle (sem redução de gordura e sal); T2 – com redução de 50% de gordura + 5% de FOS e 50% de sal + 50%
 723 de KCl). T1 (0) e T2 (0) – 0 dia de armazenamento; T1 (120) e T2 (120) – 120 dias de armazenamento
 724 congelado. Acima do ideal (valores de +1 a +4), ideal (0), abaixo do ideal (valores de -1 a -4). Não compraria
 725 (valores 1 e 2), talvez compraria (3), compraria (valores 4 e 5).

TABELAS

727

728

729 **Tabela 1** – Formulações utilizadas para o processamento dos hambúrgueres com e sem
730 redução de gordura e sal.

	Tratamentos (%)	
	T1	T2
Carne bovina	93,00	96,50
Gordura suína	7,00	3,50
Sal	1,50	0,75
KCl	-	0,75
FOS	-	5,00

731 T1 – controle (sem redução de gordura e sal); T2 – com redução de 50% de gordura + 5% de FOS e 50% de sal
732 + 50% de KCl).

733

734

735 **Tabela 2** - Valores de pH, atividade de água (Aa) e TBARS (mg de MDA/ kg de
736 hambúrguer) de hambúrgueres reduzidos de gordura e sal e armazenados por 120 dias
737 sobcongelamento (-20 ° C).

Tratam	Tempo (dias)					Média
	0	30	60	90	120	
pH						
T1	5,95± 0,11	6,20± 0,10	6,29± 0,04	6,13± 0,05	6,59± 0,07	6,23± 0,23 ^A
T2	5,99± 0,12	6,10± 0,01	6,28± 0,08	6,13± 0,02	6,41± 0,31	6,18± 0,20 ^A
Média	5,97± 0,11 ^d	6,15± 0,08 ^c	6,28± 0,06 ^b	6,13± 0,03 ^c	6,50± 0,23 ^a	
Aa						
T1	0,98± 0,00	0,98± 0,00	0,98± 0,00	0,98± 0,00	0,98± 0,00	0,98± 0,00 ^A
T2	0,98± 0,00	0,98± 0,00	0,98± 0,00	0,98± 0,00	0,98± 0,00	0,98± 0,00 ^A
Média	0,98± 0,00 ^a	0,98± 0,00 ^a	0,98± 0,00 ^a	0,98± 0,00 ^a	0,98± 0,00 ^a	
TBARS						
T1	0,15± 0,03 ^{cB}	0,20± 0,02 ^{cB}	0,39± 0,05 ^{bB}	0,35± 0,04 ^{bA}	0,48± 0,10 ^{aA}	0,31± 0,13
T2	0,39± 0,02 ^{bA}	0,29± 0,02 ^{cA}	0,46± 0,03 ^{aA}	0,40± 0,02 ^{bA}	0,49± 0,04 ^{aA}	0,41± 0,07
Média	0,27± 0,13	0,24± 0,05	0,43± 0,06	0,37± 0,04	0,49± 0,07	

738 T1 – controle (sem redução de gordura e sal); T2 – com redução de 50% de gordura + 5% de FOS e 50% de sal
739 + 50% de KCl). Médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas e maiúsculas diferentes nas colunas
740 diferem entre si pelo teste SNK (p<0.05).

741

742 **Tabela 3** – Qualidade de cozimento de hambúrgueres elaborados com redução de gordura e
 743 sal e armazenados por 120 dias sobcongelamento (-20 ° C).

Tratam,	Tempo (dias)					Média
	0	30	60	90	120	
	RC (%)					
T1	65,86± 5,66	64,54± 5,75	61,55± 5,11	64,71± 4,30	65,75± 2,88	64,48± 4,71 ^A
T2	58,48± 10,90	64,80± 9,17	54,94± 5,54	63,24± 6,68	70,30± 10,36	62,35± 9,67 ^A
Média	62,17± 9,07 ^a	64,67± 7,22 ^a	58,24± 9,11 ^a	63,98± 5,35 ^a	68,02± 7,56 ^a	
	PC (%)					
T1	34,14± 5,66	35,46± 5,75	38,45± 5,11	35,29± 4,30	34,25± 2,88	35,52± 4,71 ^A
T2	41,52± 10,90	35,0± 9,17	45,06± 5,54	36,76± 6,68	29,70± 10,36	37,65± 9,67 ^A
Média	37,83± 9,07 ^a	35,33± 7,22 ^a	41,76± 6,11 ^a	36,02± 5,35 ^a	31,98± 7,56 ^a	
	RD (%)					
T1	20,57± 6,22	21,64± 6,01	20,12± 3,38	16,94± 4,52	16,78± 7,49	19,21± 5,59 ^A
T2	19,10± 4,80	21,94± 6,04	22,48± 2,03	14,51± 6,38	16,10± 4,65	18,82± 5,59 ^A
Média	19,84± 5,29 ^a	21,79± 5,68 ^a	21,30± 2,90 ^a	15,73± 5,37 ^a	16,44± 5,89 ^a	

744 T1 – controle (sem redução de gordura e sal); T2 – com redução de 50% de gordura + 5% de FOS e 50% de sal
 745 + 50% de KCl). Médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas e maiúsculas diferentes nas colunas
 746 diferem entre si pelo teste SNK (p<0.05).RC: rendimento da cocção; PC: perdas na cocção; RD: redução do
 747 diâmetro.

748

749 **Tabela 4** – Componentes de cor (L*, a* e b*)de hambúrgueres elaborados com redução de
750 gordura e sal e armazenados por 120 dias sobcongelamento (-20 ° C).

Tratam,	Tempo (dias)					Média
	0	30	60	90	120	
L* (antes da cocção)						
T1	43,60± 4,84	41,37± 1,70	40,53± 2,16	43,75± 2,25	41,36± 2,24	42,12± 2,94 ^A
T2	41,74± 2,92	39,19± 2,11	41,03± 2,95	40,06± 1,53	40,64± 2,54	40,53± 2,42 ^A
Média	42,67± 3,90 ^a	40,28± 2,14 ^a	40,78± 2,45 ^a	41,90± 2,66 ^a	41,00± 2,29 ^a	
a* (antes da cocção)						
T1	12,99± 1,21	12,74± 1,28	10,08± 1,94	6,66± 0,45	7,71± 0,74	10,04± 2,85 ^A
T2	13,60± 2,45	12,66± 2,00	9,45± 1,49	8,55± 0,72	8,92± 0,62	10,63± 2,58 ^A
Média	13,29± 1,85 ^a	12,70± 1,58 ^a	9,77± 1,67 ^b	7,61± 1,14 ^c	8,32± 0,90 ^c	
b* (antes da cocção)						
T1	12,68± 4,06	13,91± 0,60	12,64± 1,75	11,72± 1,87	12,47± 1,93	12,68± 2,25 ^A
T2	14,38± 1,54	12,65± 1,62	12,51± 1,18	11,05± 0,84	12,61± 0,55	12,64± 1,55 ^A
Média	13,53± 3,03 ^a	13,28± 1,33 ^a	12,58± 1,41 ^a	11,38± 1,41 ^a	12,54± 1,34 ^a	
L* (depois da cocção)						
T1	45,74± 3,71	47,02± 0,93	44,13± 4,58	42,55± 3,03	42,37± 5,65	44,36± 4,02 ^A
T2	45,65± 1,72	45,21± 1,33	40,79± 3,03	39,57± 5,70	42,75± 2,19	42,79± 3,80 ^A
Média	45,69± 2,73 ^a	46,12± 1,44 ^a	42,46± 4,06 ^{ab}	41,06± 4,58 ^b	42,56± 4,04 ^{ab}	
a* (depois da cocção)						
T1	4,39± 0,93	5,08± 1,23	5,49± 0,63	6,40± 0,98	6,28± 1,09	5,53± 1,18 ^A
T2	4,50± 0,82	5,22± 0,23	6,02± 1,14	7,60± 2,46	6,67± 0,85	6,00± 1,64 ^A
Média	4,45± 0,83 ^c	5,15± 0,85 ^{bc}	5,76± 0,91 ^{ab}	7,00± 1,88 ^a	6,48± 0,94 ^a	
b* (depois da cocção)						
T1	12,68± 1,09	13,33± 1,44	12,70± 0,69	13,24± 0,84	13,51± 0,93	13,09± 1,00 ^A
T2	13,08± 1,02	13,51± 0,49	12,65± 0,92	15,42± 2,64	14,18± 1,56	13,77± 1,70 ^A
Média	12,88± 1,02 ^a	13,42± 1,02 ^a	12,68± 0,76 ^a	14,33± 2,17 ^a	13,84± 1,26 ^a	

751 T1 – controle (sem redução de gordura e sal); T2 – com redução de 50% de gordura + 5% de FOS e 50% de sal
 752 + 50% de KCl). Médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas e maiúsculas diferentes nas colunas
 753 diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0.05$).

754

755

756 **Tabela 5** – Atributos sensoriais de hambúrgueres elaborados com redução de gordura e sal e
 757 armazenados por 120 dias sobcongelamento ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$).

	T1 (0)	T1 (120)	T2 (0)	T2 (120)
Cor	7,23±1,64 ^a	7,38±1,47 ^a	7,35±1,61 ^a	7,45±1,43 ^a
Aparência	7,10±1,59 ^a	7,42±1,33 ^a	7,30±1,63 ^a	7,40±1,52 ^a
Aroma	7,32±1,72 ^a	7,17±1,73 ^a	7,13±2,11 ^a	7,02±1,75 ^a
Sabor	8,05±1,42 ^a	6,92±1,94 ^b	7,42±1,90 ^{ab}	6,88±1,72 ^b
Textura	7,83±1,47 ^a	7,07±1,82 ^b	7,18±2,06 ^{ab}	7,03±1,57 ^b
Impressão global	7,78±1,35 ^a	7,20±1,41 ^{ab}	7,25±1,94 ^{ab}	7,07±1,48 ^b

758 T1 – controle (sem redução de gordura e sal); T2 – com redução de 50% de gordura + 5% de FOS e 50% de sal
 759 + 50% de KCl). T1 (0) e T2 (0) – 0 dia de armazenamento; T1 (120) e T2 (120) – 120 dias de armazenamento
 760 congelado. Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Friedman ($p < 0.05$).

ANEXO

ANEXO 1 – NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA FOOD RESEARCH INTERNATIONAL

PREPARATION

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Experimental

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis. Authors are encouraged to read the helpful notes on statistics applied in the planning of experiments and assessment of results in the field of food science and technology. The more important univariate and bivariate parametric and non-parametric methods, their advantages and disadvantages are presented in "Observations on the use of statistical methods in Food Science and Technology by Granato (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996913005723>).

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- ***Title.*** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- ***Author names and affiliations.*** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- ***Corresponding author.*** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- ***Present/permanent address.*** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

A graphical abstract is mandatory for this journal. It should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the article. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view Example Graphical Abstracts on our information site. Authors can make use of Elsevier's Illustration Services to ensure the best presentation of their images also in accordance with all technical requirements.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view example Highlights on our information site.

Keywords

Immediately after the abstract, provide at least 6 keywords (maximum allowed: 12 keywords), using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. Keywords must be different from title to enhance searchability and findability. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:
Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institute of Peace [grant number aaaa]. It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding. If no funding has been provided for the research, please include the following sentence: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many wordprocessors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Artwork

Image manipulation

Whilst it is accepted that authors sometimes need to manipulate images for clarity, manipulation for purposes of deception or fraud will be seen as scientific ethical abuse and will be dealt with accordingly. For graphical images, this journal is applying the following policy: no specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if and as long as they do not obscure or eliminate any information present in the original. Nonlinear adjustments (e.g. changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format. Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit suitable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. Further information on the preparation of electronic artwork.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables must be placed on separate page(s) at the end of the manuscript. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular referencemanagement software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley. Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. More information on how to remove field codes from different referencemanagement software.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link: <http://open.mendeley.com/use-citation-style/food-research-international>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plugins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: Citations in the text should follow the referencing style used by the American Psychological Association. You are referred to the Publication Manual of the American Psychological Association, Sixth Edition, ISBN 978-1-4338-0561-5, copies of which may be ordered online or APA Order Dept., P.O.B. 2710, Hyattsville, MD 20784, USA or APA, 3 Henrietta Street, London, WC3E 8LU, UK.

List: references should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2018). The art of writing a scientific article. *Heliyon*, 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style*. (4th ed.). New York: Longman, (Chapter 4).

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). New York: E-Publishing Inc.

Reference to a website:

Cancer Research UK. Cancer statistics reports for the UK. (2003). <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> Accessed 13 March 2003.

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T. (2015). *Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions*. Mendeley Data, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Reference to a conference paper or poster presentation:

Engle, E.K., Cash, T.F., & Jarry, J.L. (2009, November). The Body Image Behaviours Inventory-3: Development and validation of the Body Image Compulsive Actions and Body Image Avoidance Scales. Poster session presentation at the meeting of the Association for Behavioural and Cognitive Therapies, New York, NY.

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. . In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions here to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project. Below are a number of ways in which you can associate data with your article or

make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the research data page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described. There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the database linking page. For supported data repositories a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect. In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online. For more information, visit the Mendeley Data for journals page.

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the Data Statement page.