

ROQUE-SPECHT et al. Efeito da quantidade de gordura e seus substitutos sobre as características...
**EFEITO DA QUANTIDADE DE GORDURA E SEUS SUBSTITUTOS SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE MORTADELAS DE FRANGO**

*EFFECT OF THE QUANTITY OF FAT AND ITS SUBSTITUTES ON THE CHARACTERISTICS
OF CHICKEN SAUSAGE QUALITY*

Vânia Ferreira Roque-Specht^{1*}, Alana Lúcia Bossardi Ramos¹, Patrícia Garcia Cardoso².

RESUMO

Este trabalho objetivou investigar o efeito da adição de substitutos de gordura em mortadelas de frango. Produziu-se 12 formulações, sendo estas divididas em quatro grupos, o primeiro foi considerado o grupo controle e não recebeu nenhum ingrediente alternativo; o segundo foi adicionado de proteína isolada de soja Supro[®] 780; o terceiro de ICL[®] polidextrose e o quarto, de Dairy-Lo[™]. Em todos os grupos, a proporção de adição do ingrediente substituto de gordura foi de 4%. Cada grupo teve uma formulação com alto teor de gordura (25%), uma com médio teor de gordura (12,5%) e uma com baixo teor de gordura (6,3%). As amostras foram analisadas por meio de análises físico-químicas (umidade, pH, acidez total e índice de peróxido), por testes de estabilidade de emulsão e por cozimento. Não foram verificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras padrão e as tratadas com substitutos de gordura nos testes físico-químicos e de estabilidade de emulsão. Na análise de perda de água no cozimento, todos os ingredientes, com exceção da ICL[®] polidextrose aliada com alto teor de gordura, conseguiram manter-se constantes. Pode-se concluir que a adição dos substitutos de gorduras estudados neste trabalho é viável para a manutenção das características físico-químicas e tecnológicas das mortadelas.

Palavras-chaves: baixo teor de gordura, propriedades de retenção de água, oxidação.

ABSTRACT

This work aimed to investigate the addition effect of fat substitutes in chicken sausages, evaluating the oxidative and water retention capacity processes during shelf-life. Twelve formulations were produced. They were divided into four groups. The first one was considered the control group and it did not receive any addition of alternative ingredient; the second one

received addition of isolated soy protein Supro[®] 780; the third one, polydextrose ICL[®] and the fourth, Dairy-Lo[™]. In all groups, the proportion of substitute ingredient of fat added was 4%. Each group had three different formulations: the first group had high level of fat (25%), the second group had medium level of fat (12.5%) and the third group had low level of fat (6.3%). Samples were evaluated through physicochemical analyses (humidity, pH, total acidity and peroxide value), emulsion stability and cooking tests. There were no significant differences between the standard samples and those treated with fat substitutes in physicochemical tests and for the emulsion stability. In the analysis of water loss during the cooking, all ingredients kept constant, except polydextrose ICL[®], in high level of fat. The conclusion is that the addition of fat substitutes studied in this work is practicable to keep technological, physicochemical characteristics of sausages.

Key words: low fat, water retention properties, oxidation.

INTRODUÇÃO

Uma dieta com prevalência de alimentos de preparo rápido, com alto teor de gordura, se caracteriza por propiciar um excesso de energia. Entretanto, pesquisas epidemiológicas têm demonstrado que estes alimentos apresentam uma relação com o aparecimento de doenças crônicas como problemas coronários, cardiovasculares, diferentes tipos de câncer, diabetes melitos, distúrbios gastrointestinais e doenças ósseas e de articulações (PAPADIMA, BLOUKAS, 1999; ANDRÉS, et al. 2006). Em função disso, a Organização Mundial de Saúde (OMS) tem encorajado as pessoas a adotarem dietas com reduzido teor de calorias e, principalmente, de gordura (AHA, 1996).

Entretanto, as gorduras têm papel importante no processamento de produtos cárneos, o seu conteúdo,

^{1*} Engenheira de Alimentos, Dr^a, Professora Adjunta de Tecnologia de Alimentos, Universidade de Caxias do Sul, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130. Caxias do Sul / RS, CEP 95070-560. E-mail: vrspecht@ucs.br.

² Engenheira de Alimentos, UCS, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia.

influencia nas características de suculência, maciez, firmeza, adesividade, elasticidade, paladar, cremosidade e ação lubrificante (PAPADIMA, BLOUKAS, 1999). DESMOND, TROY, BUCKLEY (1998a) enfatizam que a diminuição da quantidade de gordura geralmente promove o escurecimento e o aumento dos custos dos produtos.

Para amenizar o efeito da retirada de gordura em alimentos cárneos é necessário adicionar substituto(s) que auxilie(m) na retenção de água, e que promovam a funcionalidade da gordura (KEETON, 1994; PANERAS et al., 1996; DESMOND, TROY, BUCKLEY, 1998b).

Segundo a *American Dietetic Association* (ADA, 2005), o substituto ideal seria um composto seguro que apresentasse todas as propriedades funcionais das gorduras, mas com baixo teor calórico. Segundo DESMOND, TROY, BUCKLEY (1998b), os possíveis substitutos de gorduras incluem carboidratos, proteínas e lipídios.

Os substitutos à base de carboidratos como gomas, amidos e fibras melhoram as propriedades sensoriais e estabilizam grandes quantidades de água em uma estrutura de gel, cujos resultados em termos de propriedades lubrificantes e de fluxo são semelhantes às dos lipídios. Muitos são compostos macromoleculares, que originam géis poliméricos, que além de reterem água conferem corpo ao alimento (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996; RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

As proteínas que são utilizadas em função de suas propriedades de fluxo são menos efetivas na interação com a água que os carboidratos, mas o caráter hidrofóbico acentua a sua habilidade em imitar gorduras emulsionadas em sua interação com aromas e outros componentes dos alimentos. Conferem ainda aumento da viscosidade e emulsão, melhorando a aparência, o sabor e a textura dos produtos. Com relação às propriedades nutricionais, destacam-se o aumento do nível de proteína e a diminuição das calorias nos alimentos (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996).

As propriedades funcionais e sensoriais dos substitutos à base de lipídios devem ser similares às gorduras tradicionais, porém com isenção parcial de calorias. Neste grupo incluem-se os monogliceróis, digliceróis e os triacilgliceróis de cadeia média e insaturados, os lipídios estruturados e as gorduras sintetizadas (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996).

O objetivo deste estudo foi investigar o efeito da adição de substitutos de gordura à base de carboidratos e proteínas em mortadelas de frango, avaliando-se os processos oxidativos e de retenção de água durante a vida de prateleira.

MATERIAIS E MÉTODOS

Ingredientes e processamento das mortadelas

Utilizou-se carne de peito, coxa e sobrecoxa de frango desossados, adquiridos de supermercados locais e mantidos em refrigeração até o processamento. Posteriormente foi retirada a gordura aparente e realizados cortes de aproximadamente 3 cm para facilitar a moagem. Seguiram-se com os

procedimentos de cominuição da carne com sal (2,5%), seguido de adição de gordura suína - toucinho (25%, 12,5% ou 6,3%), água/gelo (25%) e um dos substitutos de gordura (proteína isolada de soja - Supro[®] 780 – The Solae Company, Dairy-Lo[™] - Parmalat Ingredients ou ICL[®] polidextrose - Winway, todos a 4%) até a obtenção de emulsão. Adicionou-se fécula (4%) e sal de cura (0,25%, DICARNE), emulsificante (0,25%, DICARNE) e antioxidante (0,25%, DICARNE). A massa cárnea (3 kg) foi embutida em tripa de polietileno de 60mm de diâmetro por 0, 120mm de espessura e submetida ao cozimento em água a 80 °C, até a temperatura interna atingir 72°C. As amostras foram retiradas do aquecimento e resfriadas em água corrente até a temperatura interna alcançar 30°C, sendo imediatamente refrigeradas à 4°C até o momento das análises.

Delineamento experimental

Constou de 12 formulações (Tabela 1), considerando de dois fatores. Percentual de gordura adicionada, com os níveis: alto (25%), médio (12,5%) e baixo (6,3%), que representa uma diminuição progressiva de 50% entre cada categoria. Substituto de gordura adicionado com os níveis: branco (sem adição de substituto), proteína isolada de soja, Dairy-Lo[™] (4%) e ICL[®] polidextrose (4%). Foram elaboradas triplicatas de cada formulação.

ROQUE-SPECHT et al. Efeito da quantidade de gordura e seus substitutos sobre as características...

Tabela 1: Formulações de mortadelas de frango com as respectivas variações do percentual de gordura e adição de substituto gordura.

Formulação	Teor de gordura	Substituto de gordura adicionado
1	Alto (25%)	sem adição de substituto de gordura
2	Médio (12,5%)	sem adição de substituto de gordura
3	Baixo (6,3%)	sem adição de substituto de gordura
4	Alto (25%)	4% de proteína isolada de soja Supro [®] 780 – The Solae Company
5	Médio (12,5%)	4% de proteína isolada de soja Supro [®] 780 – The Solae Company
6	Baixo (6,3%)	4% de proteína isolada de soja Supro [®] 780 – The Solae Company
7	Alto (25%)	4% de Dairy-Lo [™] - Parmalat Ingredients
8	Médio (12,5%)	4% de Dairy-Lo [™] - Parmalat Ingredients
9	Baixo (6,3%)	4% de Dairy-Lo [™] - Parmalat Ingredients
10	Alto (25%)	4% de ICL [®] polidextrose - Winway
11	Médio (12,5%)	4% de ICL [®] polidextrose - Winway
12	Baixo (6,3%)	4% de ICL [®] polidextrose - Winway

* Foram elaboradas triplicatas de cada formulação.

Análises físico-químicas

As determinações de pH, acidez total, índice de peróxido e umidade foram realizadas segundo metodologia do Laboratório de Referência Animal do Ministério da Agricultura (LANARA, 1981), em triplicata.

Estabilidade da emulsão

Foi realizada segundo OLIVO (1995) onde as amostras de 10±0,5g de massa crua foram colocadas em tubos de centrífuga e aquecidas por 30 minutos a 70°C. Posteriormente, os tubos foram centrifugados a 4382g por 10 minutos, sob temperatura ambiente. O exsudado foi drenado por inversão do tubo durante 5 minutos. A quantidade de material liberado foi expressa em % de instabilidade (peso/peso). As análises foram realizadas em quadruplicatas.

Perda de água no cozimento

A perda de água no cozimento foi determinada segundo HONIKEL (1998) em que as amostras cruas das mortadelas, embutidas em sacos de polietileno, foram pesadas (peso inicial) individualmente e submetidas ao processo de cozimento tradicional, em tanques com água. Após a conclusão do cozimento (72°C internamente) as amostras foram retiradas e resfriadas rapidamente sob água corrente. A mortadela foi escorrida e secada sob papel absorvente para retirada do excesso de água superficial e pesadas novamente. A perda de água durante o cozimento foi expressa no percentual do peso inicial em relação ao final. As análises foram realizadas em triplicata.

Análise estatística

Os resultados foram avaliados através de procedimentos de estatística descritiva e análises de variância (ANOVA) com agrupamento das médias pelo teste de amplitude múltipla de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise Físico-Química

Índice de peróxido

Os resultados relacionados com o índice de peróxido indicam que as formulações com e sem adição de ingredientes substitutos de gordura não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) (tabela 2). Da mesma forma, observou-se que o índice de peróxido não variou significativamente ($p < 0,05$), a partir da quinta semana, em cada formulação, demonstrando que os ingredientes substitutos de gordura não influenciaram o processo oxidativo (tabela 3) (MENDONZA, 2001).

Os resultados de índice de peróxido (tabela 4), indicaram que o alto teor de gordura da formulação 1 (sem adição de substituto de gordura) não diferenciou significativamente ($p < 0,05$) da formulação 4 (com adição de proteína de soja). De modo semelhante, a formulação 7 (com Dairy-Lo[™]) não diferiu significativamente ($p < 0,05$) da formulação 10 (ICL[®] polidextrose). Estes resultados estão coerentes porque na composição do Dairy-Lo[™] é de 51,5% de carboidratos (ficha técnica do produto) o que torna o seu comportamento bastante semelhante ao da ICL[®] polidextrose, que é essencialmente carboidrato. Nos demais teores de gordura (tabela 4), verificou-se que não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as formulações. Segundo KEETON (1994) este comportamento se deve que a maior parte dos ingredientes utilizados na fabricação da mortadela apresentarem comportamentos de solubilidade semelhantes.

pH

Os resultados de valores de pH (tabela 2) indicaram que as formulações tratadas com proteína de soja (5 e 6) apresentaram os maiores valores de pH. Resultados semelhantes são descritos por CHIN, et al. (1999). Estes autores relacionaram o alto do

ROQUE-SPECHT et al. Efeito da quantidade de gordura e seus substitutos sobre as características... valor de pH com o efeito tamponante das proteínas de soja em sistemas cárneos.

Avaliando-se os valores de pH pelo efeito do teor de gordura (tabela 4) verificou-se que com alto e baixo teores de gordura não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) das amostras tratadas com proteína de soja e as sem adição de substituto de gordura, bem como, entre as amostras com Dairy-Lo™ e com ICL® polidextrose (tabela 4). Estas últimas, Dairy-Lo™ e ICL® polidextrose apresentam pH semelhantes em soluções de 10% p/v.

Em todas as formulações houve uma diminuição progressiva do valor de pH, após a primeira semana, estabilizando-se na 11ª semana (tabela 5). Esse comportamento era esperado devido às alterações físico-químicas e microbianas que se desenvolveram durante a vida de prateleira (ANDRÉS, et al. 2006).

Acidez total

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos resultados de acidez total (tabela 2) entre as formulações, indicando que os ingredientes testados não influenciaram o processo de degradação hidrolíticas.

Umidade

As formulações com baixo teor de gordura (3, 6, 9 e 12) apresentaram os valores mais altos de umidade, enquanto que as formulações com alto teor de gordura (1, 4, 7 e 11) apresentaram os valores mais baixos de umidade (tabela 2). Estes resultados estão de acordo com o trabalho de LURUEÑA-MARTÍNEZ, et al (2004), onde encontraram que o conteúdo de umidade foi inversamente proporcional ao conteúdo de gordura.

Analisando os resultados de teor de umidade por agrupamento de formulações em função do teor de gordura (tabela 4), verificou-se que com alto e baixo teor de gordura, as formulações sem adição de substituto de gordura, não diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) da com adição de proteína isolada de soja, bem como, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações com adição de Dairy-Lo™ e ICL® polidextrose. O comportamento destes resultados foi semelhante aos encontrados nos valores de pH.

Em médios teores de gordura (tabela 4), as formulações tratadas com proteína isolada de soja e Dairy-Lo™, respectivamente, formulações 5 e 8, apresentaram um comportamento estatisticamente semelhante ($p < 0,05$) entre si, mas diferiram significativamente das formulações com ICL® polidextrose (formulação 11) e sem adição de

substituto de gordura (formulação 2) ($p < 0,05$). Este comportamento deve ser atribuído aos 35% de proteínas presentes Dairy-Lo™, que proporcionaram uma maior ligação com as moléculas de água do produto, em função do menor conteúdo de gordura, que não favoreceu o processo de expulsão da água.

O comportamento da umidade de cada formulação variou durante a vida de prateleira, gerando confundimento estatístico (tabela 6). Comportamento semelhante foi observado no trabalho de ANDRÉS, et al (2006) que atribuíram tal variabilidade à porosidade da embalagem, aliada ao modo de armazenamento.

Perda de água no cozimento

A perda de água no cozimento avalia a perda de peso durante o cozimento de mortadelas. Foi encontrada uma perda entre 0,7% a 1,53%, nas formulações testadas (tabela 2). Resultado similar foi descrito por ANDRÉS, et al. (2006) em salsichas. Segundo os autores, o processo depende da habilidade da matriz protéica em imobilizar a gordura e a água. Para SU, BOWERS & ZAYAS (2002), em carnes emulsionadas, com baixo teor de gordura, o ingrediente substituto da gordura deve favorecer a manutenção da matriz protéica.

A formulação 10 diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) das demais formulações, indicando uma maior perda de peso no cozimento (tabela 2). Esta formulação, ICL® polidextrose, juntamente, com alto teor de gordura, durante o processo de cozimento, não manteve uma emulsão estável, favorecendo a separação das fases e conseqüentemente, promovendo uma maior perda de água. Segundo BURDOCK & FLAMM (1999) ICL® polidextrose é um polímero de glicose solúvel em água agindo principalmente como retentor de água e não como estabilizante, sob aquecimento.

Estabilidade da Emulsão

A estabilidade de emulsão não diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) entre as formulações (tabela 2). Comportamento semelhante foi observado ao avaliar as formulações por quantidade de gordura (tabela 4). Entretanto a formulação 10 obteve a melhor estabilidade de emulsão (tabela 2). Ao analisar estes resultados com os da perda de água no cozimento, verificou-se que a ICL® polidextrose, em sistemas sem aquecimento, consegue promover uma boa capacidade de retenção de água no sistema, mas sob aquecimento, promove a coalescência da emulsão cárnea (MOPPET, 1991; BUNTING, 1994).

ROQUE-SPECHT et al. Efeito da quantidade de gordura e seus substitutos sobre as características...

TABELA 2 – Valores médios e respectivos desvios padrões de índice de peróxido (mEq/kg), acidez total (mL de NaOH/100g de amostra), umidade (%), estabilidade da emulsão (%) e perda de água no cozimento (%) para cada formulação durante a vida de prateleira de dezesseis semanas..

Formulação	Média dos valores de índice de peróxido em mEq/Kg	Acidez Total (mL de NaOH/100g de amostra)	pH	Umidade (%)	Estabilidade da emulsão (%)	Perda de água no cozimento (%)
1	1,06±1,32 ^a	0,47±0,06 ^a	6,45±0,08 ^c	56,97±2,60 ^b	99,32±0,52 ^{ab}	0,24±0,10 ^a
2	1,34±2,10 ^a	0,50±0,06 ^a	6,49±0,09 ^{cd}	67,18±1,13 ^e	99,38±0,43 ^{ab}	0,07±0,06 ^a
3	1,21±1,94 ^a	0,50±0,06 ^a	6,49±0,09 ^{cd}	71,52±1,04 ^f	98,82±0,59 ^{ab}	0,07±0,03 ^a
4	1,20±1,52 ^a	0,48±0,08 ^a	6,46±0,08 ^c	56,25±2,70 ^b	99,18±0,26 ^{ab}	0,19±0,09 ^a
5	1,01±1,36 ^a	0,50±0,06 ^a	6,53±0,09 ^d	64,90±1,30 ^d	99,00±0,20 ^{ab}	0,47±0,14 ^a
6	0,99±1,35 ^a	0,49±0,08 ^a	6,50±0,09 ^{cd}	68,94±0,98 ^e	99,12±0,51 ^{ab}	0,76±0,36 ^a
7	1,17±1,34 ^a	0,48±0,07 ^a	6,31±0,06 ^a	54,34±2,71 ^a	98,57±0,25 ^b	0,26±0,15 ^a
8	1,04±1,32 ^a	0,50±0,07 ^a	6,35±0,05 ^{ab}	65,05±1,70 ^d	98,96±0,83 ^{ab}	0,46±0,04 ^a
9	0,95±1,03 ^a	0,49±0,05 ^a	6,37±0,06 ^b	68,47±1,77 ^e	98,64±0,34 ^b	0,31±0,16 ^a
10	0,93±0,96 ^a	0,48±0,06 ^a	6,31±0,08 ^a	54,31±3,19 ^a	99,46±0,48 ^{ab}	1,53±0,86 ^b
11	0,79±0,88 ^a	0,50±0,06 ^a	6,34±0,06 ^{ab}	62,34±2,64 ^c	99,27±0,18 ^{ab}	0,42±0,30 ^a
12	0,86±1,07 ^a	0,49±0,04 ^a	6,39±0,06 ^b	67,51±1,75 ^e	99,03±0,35 ^{ab}	0,48±0,10 ^a

As análises de índice de peróxido, acidez total, pH, umidade e perda de água no cozimento foram realizadas em triplicata. A análise de estabilidade de emulsão foi realizada em quadruplicada.

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível significância de 5%.

TABELA 3 - Valores médios e respectivos desvios padrões do índice de peróxido em mEq/kg de cada formulação, durante a vida de prateleira de dezesseis semanas.

Semanas	FORMULAÇÕES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,41±0,01 ^a	0,36±0,00 ^a	0,40±0,00 ^a	0,50±0,00 ^a	0,32±0,00 ^a	0,40±0,00 ^a	1,40±0,00 ^b	1,20±0,00 ^b	2,73±0,12 ^d	4,63±0,64 ^a	1,00±0,00 ^b	0,40±0,00 ^a
2	1,20±0,04 ^b	7,13±0,05 ^d	6,67±0,08 ^d	3,80±2,42 ^b	3,53±1,53 ^b	3,00±0,72 ^c	3,47±1,10 ^c	3,47±0,42 ^c	2,20±0,00 ^c	1,73±0,42 ^b	1,27±0,31 ^b	3,07±0,42 ^b
3	4,80±0,08 ^d	3,27±0,04 ^c	3,20±0,04 ^c	4,33±0,50 ^b	3,80±0,20 ^b	4,27±0,42 ^d	4,13±0,61 ^c	3,93±0,61 ^c	2,87±0,50 ^d	3,47±0,31 ^c	3,33±0,42 ^c	3,07±0,23 ^b
4	2,33±0,02 ^c	2,27±0,12 ^b	1,60±0,03 ^b	1,60±0,00 ^a	1,33±0,12 ^a	1,87±0,12 ^b	0,36±0,03 ^a	0,30±0,03 ^a	0,32±0,03 ^{ab}	0,36±0,00 ^a	0,24±0,00 ^a	0,45±0,05 ^a
5	0,64±0,03 ^{ab}	0,36±0,00 ^a	0,41±0,01 ^a	0,63±0,01 ^a	0,35±0,02 ^a	0,37±0,02 ^a	0,61±0,01 ^{ab}	0,27±0,01 ^a	0,64±0,03 ^{ab}	0,63±0,02 ^a	0,43±0,01 ^a	0,51±0,01 ^a
6	0,77±0,01 ^{ab}	0,45±0,02 ^a	0,46±0,03 ^a	0,59±0,02 ^a	0,45±0,06 ^a	0,47±0,06 ^a	0,32±0,00 ^a	0,30±0,00 ^a	0,35±0,01 ^{ab}	0,33±0,02 ^a	0,30±0,00 ^a	0,26±0,00 ^a
7	0,41±0,01 ^a	0,38±0,00 ^a	0,34±0,00 ^a	0,51±0,02 ^a	0,33±0,02 ^a	0,37±0,01 ^a	0,28±0,00 ^a	0,23±0,02 ^a	0,25±0,02 ^a	0,33±0,02 ^a	0,25±0,01 ^a	0,35±0,02 ^a
8	0,45±0,01 ^a	0,43±0,02 ^a	0,37±0,01 ^a	0,47±0,02 ^a	0,45±0,01 ^a	0,39±0,02 ^a	0,44±0,00 ^a	0,43±0,01 ^a	0,49±0,02 ^{ab}	0,55±0,01 ^a	0,48±0,03 ^a	0,50±0,00 ^a
9	0,62±0,03 ^{ab}	0,57±0,05 ^a	0,70±0,00 ^a	0,75±0,01 ^a	0,53±0,02 ^a	0,54±0,03 ^a	0,43±0,02 ^a	0,53±0,01 ^a	0,39±0,01 ^{ab}	0,65±0,01 ^a	0,55±0,01 ^a	0,50±0,00 ^a
10	0,74±0,03 ^{ab}	0,53±0,02 ^a	0,44±0,00 ^a	0,75±0,02 ^a	0,57±0,01 ^a	0,51±0,01 ^a	0,66±0,03 ^{ab}	0,60±0,00 ^a	0,66±0,03 ^{ab}	0,81±0,02 ^a	0,54±0,00 ^a	0,52±0,00 ^a
11	0,66±0,00 ^{ab}	0,44±0,00 ^a	0,40±0,00 ^a	0,72±0,00 ^a	0,59±0,01 ^a	0,33±0,02 ^a	0,83±0,01 ^{ab}	0,28±0,00 ^a	0,27±0,01 ^{ab}	0,71±0,02 ^a	0,40±0,00 ^a	0,26±0,00 ^a
12	0,61±0,01 ^{ab}	0,31±0,01 ^a	0,30±0,00 ^a	0,56±0,00 ^a	0,32±0,00 ^a	0,26±0,00 ^a	0,51±0,01 ^{ab}	0,31±0,01 ^a	0,31±0,01 ^{ab}	0,43±0,01 ^a	0,37±0,01 ^a	0,29±0,02 ^a
13	0,40±0,00 ^a	0,32±0,00 ^a	0,31±0,02 ^a	0,55±0,02 ^a	0,30±0,00 ^a	0,29±0,02 ^a	0,55±0,01 ^{ab}	0,39±0,01 ^a	0,27±0,01 ^{ab}	0,63±0,01 ^a	0,37±0,01 ^a	0,27±0,01 ^a
14	0,69±0,01 ^{ab}	0,27±0,02 ^a	0,27±0,01 ^a	0,65±0,01 ^a	0,31±0,01 ^a	0,31±0,02 ^a	0,35±0,01 ^a	0,31±0,02 ^a	0,27±0,01 ^{ab}	0,48±0,00 ^a	0,30±0,00 ^a	0,22±0,00 ^a
15	0,43±0,01 ^a	0,30±0,00 ^a	0,23±0,01 ^a	0,45±0,01 ^a	0,35±0,01 ^a	0,24±0,00 ^a	0,45±0,02 ^{ab}	0,31±0,01 ^a	0,29±0,02 ^{ab}	0,45±0,01 ^a	0,35±0,01 ^a	0,29±0,01 ^a
16	0,26±0,00 ^a	0,31±0,11 ^a	0,25±0,01 ^a	0,43±0,02 ^a	0,35±0,01 ^a	0,21±0,01 ^a	0,37±0,01 ^a	0,33±0,01 ^a	0,26±0,00 ^a	0,43±0,02 ^a	0,31±0,01 ^a	0,25±0,01 ^a

As análises de índice de peróxido, por semana e por formulação, foram realizadas em triplicata.

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível significância de 5%.

ROQUE-SPECHT et al. Efeito da quantidade de gordura e seus substitutos sobre as características...

TABELA 4 – Valores médios e respectivos desvios padrões de índice de peróxido (mEq/kg), acidez total (mL de NaOH/100g de amostra), umidade (%), capacidade de retenção de água (%) e perda no cozimento (%) para cada grupo de formulação segundo o teor de gordura.

Formulação gordura	conforme teor de	índice de peróxido	Acidez Total	Parâmetros analisados		Estabilidade e da emulsão	Perda água no cozimento
				pH	Umidade		
Alto teor de gordura							
	formulação 1	1,03±1,12 ^b	0,47±0,06 ^a	6,45±0,08 ^b	57,02±2,62 ^b	98,46±1,79 ^a	0,24±0,10 ^a
	formulação 4	1,14±1,27 ^b	0,48±0,08 ^a	6,46±0,08 ^b	56,05±3,16 ^b	99,32±0,30 ^a	0,19±0,09 ^a
	formulação 7	0,95±1,16 ^a	0,48±0,07 ^a	6,31±0,05 ^a	54,37±2,38 ^a	98,57±0,25 ^a	0,26±0,15 ^a
	formulação 10	1,03±1,23 ^a	0,48±0,06 ^a	6,30±0,07 ^a	54,10±3,23 ^a	98,70±0,36 ^a	1,33±0,70 ^b
Médio teor de gordura							
	formulação 2	1,09±1,76 ^a	0,50±0,05 ^a	6,49±0,08 ^b	67,20±2,35 ^c	99,60±0,10 ^a	0,07±0,06 ^a
	formulação 5	0,86±1,13 ^a	0,50±0,06 ^a	6,54±0,09 ^c	65,05±2,23 ^b	99,13±0,32 ^a	0,47±0,14 ^b
	formulação 8	0,81±1,12 ^a	0,50±0,07 ^a	6,35±0,05 ^a	64,44±1,72 ^b	98,89±0,73 ^a	0,46±0,04 ^b
	formulação 11	0,68±0,77 ^a	0,50±0,06 ^a	6,34±0,06 ^a	61,74±2,44 ^a	99,29±0,17 ^a	0,42±0,30 ^{ab}
Baixo teor de gordura							
	formulação 3	1,01±1,65 ^a	0,50±0,06 ^a	6,49±0,08 ^b	71,31±2,03 ^b	98,7±0,39 ^a	0,07±0,02 ^a
	formulação 6	0,85±1,15 ^a	0,49±0,07 ^a	6,50±0,09 ^b	68,99±0,98 ^b	98,90±0,25 ^a	0,76±0,36 ^b
	formulação 9	0,78±0,89 ^a	0,49±0,05 ^a	6,37±0,05 ^a	68,27±1,47 ^a	98,64±0,34 ^a	0,31±0,15 ^{ab}
	formulação 12	0,70±0,91 ^a	0,49±0,03 ^a	6,39±0,05 ^a	67,33±1,64 ^a	98,88±0,08 ^a	0,48±0,10 ^{ab}

As análises de índice de peróxido, acidez total, pH, umidade e perda de água no cozimento foram realizadas em triplicata. A análise de estabilidade de emulsão foi realizada em quadruplicada.

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, no mesmo grupo de teor de gordura, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível significância de 5%.

ROQUE-SPECHT et al. Efeito da quantidade de gordura e seus substitutos sobre as características...

TABELA 5 – Médias dos valores de pH e respectivos desvios padrões de cada formulação, durante a vida de prateleira de dezesseis semanas.

Semanas	Formulações											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6,60±0,10 ^f	6,72±0,03 ^g	6,71±0,04 ⁱ	6,69±0,01 ^h	6,76±0,03 ^j	6,76±0,01 ^f	6,46±0,01 ^g	6,48±0,01 ^g	6,52±0,00 ^h	6,45±0,00 ^g	6,48±0,00 ^g	6,52±0,01 ^j
2	6,31±0,01 ^a	6,34±0,01 ^a	6,35±0,01 ^a	6,31±0,0 ^a	6,35±0,00 ^a	6,37±0,01 ^a	6,26±0,01 ^{ab}	6,31±0,02 ^a	6,32±0,01 ^a	6,24±0,02 ^{ab}	6,27±0,01 ^a	6,34±0,01 ^{ab}
3	6,43±0,01 ^{bc}	6,47±0,01 ^c	6,47±0,01 ^{def}	6,44±0,01 ^{cd}	6,49±0,02 ^c	6,48±0,02 ^{cd}	6,26±0,01 ^{ab}	6,31±0,01 ^{ab}	6,33±0,00 ^{ab}	6,25±0,00 ^{abc}	6,29±0,01 ^{abc}	6,34±0,00 ^{abc}
4	6,46±0,01 ^{cd}	6,48±0,01 ^{cd}	6,49±0,01 ^{efg}	6,49±0,01 ^{efg}	6,50±0,01 ^{dc}	6,49±0,03 ^{cd}	6,26±0,02 ^a	6,31±0,01 ^a	6,33±0,01 ^{abc}	6,26±0,01 ^{abcd}	6,28±0,01 ^{abc}	6,33±0,01 ^a
5	6,36±0,01 ^{ab}	6,39±0,01 ^b	6,40±0,01 ^{bc}	6,38±0,01 ^b	6,41±0,01 ^b	6,42±0,03 ^b	6,28±0,01 ^{abc}	6,31±0,01 ^{ab}	6,31±0,02 ^a	6,24±0,02 ^a	6,30±0,01 ^{abc}	6,34±0,01 ^{abcd}
6	6,42±0,02 ^{bc}	6,46±0,01 ^c	6,48±0,01 ^{def}	6,46±0,01 ^{de}	6,50±0,01 ^{cd}	6,47±0,01 ^{cd}	6,34±0,01 ^e	6,36±0,01 ^e	6,41±0,02 ^f	6,32±0,02 ^{ef}	6,39±0,02 ^f	6,40±0,01 ^{gh}
7	6,56±0,02 ^{ef}	6,52±0,03 ^{def}	6,44±0,01 ^{cd}	6,45±0,02 ^{cde}	6,54±0,01 ^{cde}	6,51±0,01 ^{cd}	6,43±0,02 ^f	6,41±0,01 ^f	6,44±0,01 ^g	6,35±0,01 ^f	6,39±0,01 ^f	6,44±0,00 ^j
8	6,55±0,01 ^{ef}	6,55±0,02 ^f	6,57±0,02 ^h	6,52±0,03 ^g	6,55±0,02 ^{def}	6,61±0,02 ^e	6,29±0,00 ^{bcd}	6,34±0,01 ^{cde}	6,38±0,01 ^{de}	6,27±0,00 ^{abcd}	6,32±0,00 ^{cde}	6,36±0,01 ^{bode}
9	6,51±0,02 ^{de}	6,53±0,01 ^{ef}	6,54±0,02 ^{gh}	6,51±0,01 ^{fg}	6,55±0,02 ^{de}	6,50±0,01 ^{cd}	6,30±0,02 ^{cd}	6,42±0,01 ^f	6,45±0,01 ^g	6,52±0,03 ^h	6,46±0,04 ^g	6,50±0,01 ^{fg}
10	6,42±0,02 ^{bc}	6,47±0,01 ^c	6,45±0,03 ^{cde}	6,42±0,02 ^c	6,48±0,01 ^c	6,47±0,01 ^c	6,31±0,00 ^d	6,35±0,01 ^{de}	6,38±0,01 ^{ef}	6,30±0,01 ^{de}	6,34±0,00 ^{de}	6,39±0,01 ^{cde}
11	6,46±0,01 ^{cd}	6,50±0,01 ^{cde}	6,50±0,01 ^{fg}	6,48±0,01 ^{def}	6,52±0,01 ^{cde}	6,51±0,01 ^d	6,28±0,01 ^{abc}	6,32±0,00 ^{abc}	6,33±0,01 ^{abc}	6,29±0,01 ^{de}	6,31±0,00 ^{bode}	6,36±0,00 ^{gh}
12	6,48±0,01 ^{cde}	6,51±0,01 ^{cde}	6,51±0,01 ^{fg}	6,48±0,01 ^{def}	6,52±0,01 ^{cde}	6,50±0,01 ^{cd}	6,30±0,00 ^{cd}	6,34±0,01 ^{cde}	6,36±0,00 ^{cde}	6,28±0,01 ^{cd}	6,31±0,01 ^{bcd}	6,39±0,01 ^{bode}
13	6,46±0,00 ^{cd}	6,49±0,01 ^{cde}	6,51±0,01 ^{fg}	6,46±0,01 ^{def}	6,57±0,04 ^{efg}	6,49±0,01 ^{cd}	6,29±0,00 ^{bcd}	6,33±0,00 ^{abcde}	6,35±0,01 ^{bcd}	6,29±0,01 ^{cde}	6,30±0,01 ^{abc}	6,35±0,01 ^h
14	6,45±0,02 ^{cd}	6,50±0,01 ^{cde}	6,50±0,01 ^{fg}	6,48±0,01 ^{def}	6,62±0,02 ^{gh}	6,51±0,01 ^{cd}	6,32±0,01 ^{de}	6,36±0,01 ^e	6,38±0,01 ^{de}	6,28±0,02 ^{bcd}	6,29±0,01 ^{abc}	6,41±0,00 ^{de}
15	6,44±0,02 ^{cd}	6,49±0,01 ^{cde}	6,50±0,02 ^{fg}	6,47±0,01 ^{ef}	6,64±0,05 ^h	6,50±0,01 ^{cd}	6,29±0,01 ^{bcd}	6,33±0,01 ^{abc}	6,37±0,01 ^{de}	6,28±0,01 ^{cd}	6,31±0,01 ^{cde}	6,36±0,01 ^{ef}
16	6,45±0,02 ^{cd}	6,49±0,03 ^{cde}	6,51±0,01 ^{fg}	6,48±0,01 ^{ef}	6,61±0,00 ^{gh}	6,51±0,00 ^d	6,30±0,01 ^{cd}	6,33±0,01 ^{bode}	6,37±0,01 ^{de}	6,28±0,00 ^g	6,32±0,01 ^{cde}	6,37±0,01 ^j

As análises de pH,, por semana e por formulação, foram realizadas em triplicata.

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, aos níveis significância de 5%.

ROQUE-SPECHT et al. Efeito da quantidade de gordura e seus substitutos sobre as características...
 TABELA 6 – Médias dos valores de umidade, e respectivos desvios padrões em porcentagem, de cada formulação, durante a vida de prateleira de dezesseis semanas.

Semanas	Formulações											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	9,27±0,12 ^{de}	67,67±0,58 ^{bc}	71,80±0,35 ^a	59,60±0,00 ^e	65,53±0,12 ^{abc}	69,33±0,12 ^{bode}	58,00±0,35 ^j	65,93±0,12 ^d	69,73±0,46 ^{gh}	58,60±1,39 ^{ef}	65,13±0,46 ^c	69,00±0,00 ^e
2	60,47±0,92 ^e	67,53±0,12 ^{bc}	70,47±0,23 ^a	57,67±0,23 ^{de}	65,47±0,23 ^{abc}	68,60±0,00 ^{bc}	57,07±0,12 ^j	65,00±0,69 ^{cd}	69,60±1,04 ^{efgh}	58,13±0,81 ^{def}	65,07±0,58 ^c	68,13±0,46 ^{bcd}
3	56,93±0,23 ^{abcde}	67,20±0,00 ^{bc}	72,33±0,12 ^a	57,53±0,81 ^{de}	64,53±0,12 ^{abc}	69,27±0,23 ^{bode}	53,93±0,58 ^{def}	63,13±0,23 ^{abc}	69,33±0,12 ^{efgh}	54,00±0,35 ^{bode}	60,53±0,81 ^a	67,47±1,27 ^{bcd}
4	55,87±0,46 ^{abcd}	67,20±0,35 ^{bc}	71,93±0,12 ^a	57,33±1,27 ^{de}	65,20±0,00 ^{abc}	68,73±0,12 ^{bcd}	53,00±0,35 ^{bcd}	62,13±0,12 ^a	68,00±0,00 ^{bcddefg}	51,20±0,00 ^{ab}	58,60±0,00 ^a	67,53±1,15 ^{bcd}
5	58,13±2,89 ^{bode}	67,87±0,58 ^{bc}	71,13±0,23 ^a	58,73±0,81 ^e	65,27±0,23 ^{abc}	69,00±0,00 ^{bode}	53,20±0,69 ^{cd}	63,20±0,00 ^{abc}	67,27±0,12 ^{bc}	48,33±0,12 ^a	59,40±0,69 ^a	66,87±0,23 ^{bcd}
6	55,87±1,85 ^{abcd}	65,27±0,12 ^{abc}	71,73±0,46 ^a	54,20±0,00 ^{bcd}	64,60±0,00 ^{abc}	69,60±0,00 ^{bode}	55,33±0,92 ^{gh}	65,27±1,27 ^d	67,53±0,12 ^{bcd}	53,00±3,46 ^{abc}	61,20±0,69 ^{ab}	68,33±0,81 ^{cd}
7	60,60±0,35 ^e	67,13±0,46 ^{bc}	72,27±0,12 ^a	57,80±0,35 ^{de}	67,27±0,46 ^{bc}	69,33±0,23 ^{bode}	57,13±0,12 ^j	65,60±0,69 ^d	69,67±0,23 ^{gh}	59,73±0,12 ^f	64,53±1,96 ^c	68,47±0,46 ^{cd}
8	56,47±0,58 ^{abcde}	67,67±0,23 ^{bc}	72,13±0,46 ^a	55,40±0,69 ^{cde}	64,20±0,35 ^{abc}	69,07±0,12 ^{bode}	55,13±0,12 ^{efgh}	64,93±0,46 ^{cd}	68,93±0,81 ^{cdefgh}	54,87±0,23 ^{bodef}	61,07±1,15 ^{ab}	65,80±0,00 ^{abc}
9	55,20±0,85 ^{abcd}	68,13±0,12 ^{bc}	72,07±0,23 ^a	55,93±0,81 ^{cde}	65,53±0,12 ^{abc}	69,40±0,00 ^{bode}	56,67±0,58 ^{hij}	65,53±0,12 ^d	67,27±0,46 ^{bc}	56,67±1,27 ^{cdef}	61,00±0,35 ^{ab}	67,53±1,15 ^{bcd}
10	58,60±0,00 ^{cde}	68,53±0,92 ^{bc}	71,93±0,23 ^a	55,60±0,35 ^{cde}	64,27±0,12 ^{abc}	69,80±0,35 ^{de}	56,07±0,12 ^{ghij}	62,80±1,04 ^{ab}	67,93±0,46 ^{bcddef}	53,67±0,58 ^{bcd}	59,67±2,19 ^a	68,20±0,35 ^{bcd}
11	53,67±1,62 ^{ab}	69,87±3,93 ^c	72,00±0,35 ^a	50,27±4,97 ^{bc}	65,60±0,35 ^{abc}	69,27±0,12 ^{bode}	52,80±0,35 ^{bc}	62,67±0,58 ^a	67,87±0,92 ^{bode}	54,73±1,20 ^{bode}	59,00±0,35 ^a	68,80±0,35 ^{bcd}
12	57,80±3,12 ^{bode}	64,60±0,00 ^{ab}	68,60±0,35 ^a	58,93±0,12 ^e	65,07±0,12 ^{abc}	68,73±0,12 ^{bcd}	54,53±0,12 ^{defg}	65,40±0,00 ^d	67,00±0,69 ^b	54,73±4,27 ^{abc}	60,80±0,69 ^a	67,07±2,54 ^{abc}
13	52,67±0,58 ^a	68,80±0,00 ^{bc}	67,27±7,16 ^a	49,67±0,81 ^a	69,47±7,04 ^c	70,07±1,27 ^e	51,53±0,23 ^b	64,67±1,50 ^{bcd}	70,13±0,12 ^h	52,80±1,21 ^{abc}	65,47±0,23 ^c	65,73±0,58 ^d
14	54,67±0,23 ^{abc}	67,60±0,00 ^{bc}	71,80±0,00 ^a	52,60±1,39 ^{abc}	61,53±0,12 ^e	69,40±0,35 ^{bode}	53,60±0,69 ^{cde}	66,07±0,58 ^d	69,20±0,00 ^{defgh}	51,93±0,12 ^{abc}	63,73±0,46 ^{bc}	69,13±1,15 ^a
15	56,67±2,54 ^{abcde}	61,60±4,85 ^a	71,80±0,35 ^a	57,00±1,39 ^{de}	64,00±0,35 ^{ab}	65,80±0,35 ^a	48,73±1,15 ^a	66,13±0,12 ^d	64,93±1,15 ^a	51,93±0,12 ^{abc}	59,33±1,15 ^a	63,87±0,58 ^{ab}
16	59,60±0,35 ^{de}	68,60±0,00 ^{bc}	71,67±0,12 ^a	58,47±0,23 ^{de}	63,20±0,69 ^{ab}	68,40±0,00 ^b	53,13±0,12 ^{cd}	65,40±0,00 ^d	67,07±0,58 ^b	51,53±0,77 ^{ef}	60,20±0,00 ^a	65,40±0,35 ^d

As análises de umidade, por semana e por formulação, foram realizadas em triplicata. Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% de significância.

CONCLUSÃO

A substituição da gordura por proteína isolada de soja, Dairy-LoTM, e ICL[®] povidextrose não afetou significativamente os valores de umidade, pH, acidez total e índice de peróxido, demonstrando que sua utilização é viável para a manutenção das características físico-químicas durante a vida de prateleira.

Com relação à perda de peso no cozimento, todos os ingredientes, com exceção da ICL[®] povidextrose aliada a alto teor de gordura, mantiveram-se constantes, não interferindo no rendimento final, um quesito importante a ser considerado pelas indústrias ao promoverem mudanças de formulações.

Na análise da estabilidade de emulsificação todas as formulações comportaram-se de maneira semelhante, entretanto, por considerar um sistema cárneo que precisa do processo de cozimento, este resultado sozinho não deve ser considerado.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a FAPERGS pela concessão da bolsa da segunda autora para o

desenvolvimento do trabalho e a Universidade de Caxias do Sul pela disponibilização do uso dos laboratórios para a realização dos testes.

REFERÊNCIAS

- ADA. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: fat replacers. **Journal of American Dietetic Association**, n.105, p.266-275, Fev.2005.
- AHA. Dietary guidelines for healthy Americans. **Circulation**, v. 94. 1996. p. 1795-1800.
- ANDRÉS, S. C.; GARCÁ, M.E.; ZARITZKY, N.E.; CALIFANO, A.N. Storage stability of low-fat chicken sausages. **Journal of Food Engineering**, v. 72, p. 311–319, 2006.
- BUNTING, C. **Sugar free ingredient. The manufacturing confectioner**, p. 55-58, outubro, 1994.
- BURDOCK, G. A.; FLAMM, W. G. A review of the studies of the safety of polydextrose in food. **Food**

- ROQUE-SPECHT et al. Efeito da quantidade de gordura e seus substitutos sobre as características... **and Chemical Toxicology**, v. 37, n. 2-3, p. 233-264, 1999.
- CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Substitutos de gorduras. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 13, n.2, p. 125-164, jul./dez. 1996.
- CHIN K. B.; KEETON, J. T.; LONGNECKER, M. T.; LAMKEY, J.W. Utilization of soy protein isolate and konjac blends in a low-fat bologna (model system). **Meat Science**, v. 53, p. 45- 57, 1999.
- DESMOND, E. M., TROY, D. J., AND BUCKLEY, D. J. Comparative studies of non-meat ingredients used in the manufacture of low-fat beef burgers. **Journal of Muscle Foods**, v.9, n.3, p. 221 – 241, 1998a.
- DESMOND, E.M.; TROY, D.J.; BUCKLEY, D.J. The effects of tapioca starch, oat fibre and whey protein on the physical and sensory properties of low-fat beef burgers. **Food Science and Technology – Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie** v. 31, n. 7-8, p. 653-657. 1998b.
- HSU, S.Y.; SUN, LUNG-YUEH. Comparisons on 10 non-meat protein fat substitutes for low-fat Kung-wans. **Journal of Food Engineering**, v. 74, p. 47–53, 2006.
- KEETON, J. T. Low-fat meat products - technological problems with processing. **Meat Science**, v. 36, n.1–2, p. 261–276, 1994.
- KEETON, J. T. Low-fat meat products, technological problems with processing. **Meat Science**, v.36, 1994.
- LURUEÑA-MARTÍNEZ, M.A.; VIVAR-QUINTANA, A.M.; REVILLA, I. Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. **Meat Science**, v. 68, p. 383–389, 2004.
- MENDONZA, E.; GARCIA, M. L.; CASAS, C.; SALGAS, M. D. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausage. **Meat Science**, v. 57, 2001, p. 357-393.
- MOPPET, F.K. Polydextrose. In: Alternative sweeteners. Nova York: Marcel Dekker, 1991. p. 401-421.
- PANERAS, E. O. et al. Effect of meat source and fat level on processing and quality characteristics of frankfurters. **Lebensmittel Wissenschaft & Technologie**, v. 29. 1996. p. 507-514.
- PAPADIMA, S. N.; BLOUKAS, J. G. Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages. **Meat Science**, v. 51, n. 2, p. 103-113, 1999.
- RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. 184 p.
- SU, Y. K., BOWERS, J. A., & ZAYAS, J. F. Physical characteristics and microstructure of reduced-fat frankfurters as affected by salt and emulsified fats stabilized with nonmeat proteins. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 1, p. 123–128, 2002.