

Influência de diferentes métodos de cocção sobre os macro e micronutrientes de hambúrguer bovino com linhaça

Influence of different cooking methods on macro and micronutrients of beef burger with linseed

Silva, Carlos Eduardo da¹; De Carli, Caroline Giani²; Melati, Janaína¹; Alfaro, Alexandre da Trindade¹; Marchi, João Francisco¹; De Souza, Nilson Evelázio¹; Oliveira, Débora Francielli de³; Tonial, Ivane Benedetti¹

1 Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

2 Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

3 Departamento de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Rondônia.

Recibido: 30/mayo/2018. Aceptado: 10/octubre/2018.

RESUMO

Introdução: O hambúrguer é um alimento apreciado por pessoas de diversas faixas etárias. Com a intenção de melhorar a qualidade nutricional do hambúrguer bovino, adicionou-se farinha de linhaça estabilizada em substituição a gordura suína.

Métodos: Após elaboração e cocção dos hambúrgueres por fritura e grelhamento, os mesmos foram submetidos à análises de rendimento, composição centesimal e quantificação de sais minerais.

Resultados: Os hambúrgueres com maiores percentuais de farinha de linhaça apresentaram maior capacidade de retenção de umidade. A adição de 5,0 % de linhaça foi suficiente para o aumento do rendimento dos produtos. Após fritura ou grelhamento 80 % as formulações tiveram o conteúdo proteico e lipídico aumentado. Houve aumento do teor de carboidratos proporcional à quantidade de linhaça adicionada. Foi verificado maior valor calórico para as formulações submetidas a fritura. O fósforo aumentou em dez vezes nos hambúrgueres com substituição total da gordura suína por linhaça, os demais sais minerais reduziram.

Discussão: O aumento de carboidratos ocorreu devido adição de linhaça, a qual apresenta consideráveis teores de fibras. Os conteúdos de lipídios e proteínas foram aumentados após os tratamentos térmicos devido à perda de água nas formulações. O aumento na concentração de fósforo conforme se reduzia gordura suína, substituída por farinha de linhaça, tem relação com a composição mineral da linhaça, enquanto que a redução dos demais sais minerais quando maior foi a proporção de linhaça adicionada em substituição ao toucinho pode ser decorrente da composição mineral da gordura suína.

Conclusão: A adição de linhaça em hambúrgueres contribuiu para a maior suculência e aumento de proteínas, lipídeos e fósforo. Não foi verificada forte influência dos diferentes tratamentos térmicos utilizados na composição mineral, de modo que a adição de linhaça em substituição parcial de gorduras se caracterizou boa alternativa para aumentar os benefícios nutricionais provenientes do consumo desse alimento.

PALAVRAS-CHAVE

Produto cárneo; Nutrição; Proteínas; Lipídios; Sais minerais.

ABSTRACT

Introduction: The hamburger is a food enjoyed various people. With the aim improve the nutritional quality of the bovine burger, stabilized linseed meal was added in substitution the swine fat.

Correspondencia:
Ivane Benedetti Tonial
ivane@utfpr.edu.br

Methods: After elaboration and cooking of the hamburgers by frying and grilling, they were submitted to analysis of yield, centesimal composition and quantification of mineral salts.

Results: The hamburgers with the highest percentages of linseed flour had a higher moisture retention capacity. The addition of 5.0 % linseed was sufficient to increase the yield of the products. After frying or grilling 80 % the formulations had increased protein and lipid content. There was an increase in the carbohydrate content proportional to the amount of linseed added. Higher caloric value was verified for the formulations submitted to frying. Phosphorus increased tenfold in hamburgers with total swine fat replacement by flaxseed, the other minerals reduced.

Discussion: The increase of carbohydrates occurred due to the addition of flaxseed, which presents considerable fiber content. The lipid and protein contents were increased after the heat treatments due to loss of water in the formulations. The increase in phosphorus concentration as pork fat reduced, replaced by flax meal, is related to the mineral composition of flaxseed, whereas the reduction of the other minerals when larger was the proportion of flaxseed added in substitution for the swine fat may be due of the mineral composition of swine fat.

Conclusion: The addition of linseed in hamburgers contributed to the greater succulence and increase of proteins, lipids and phosphorus. It was not verified a strong influence of the different thermal treatments used in the mineral composition, so that the addition of linseed in partial substitution of fat was characterized as a good alternative to increase the nutritional benefits from the consumption of this food.

KEY WORDS

Meat product; Nutrition; Protein; Lipids; Mineral salts.

INTRODUÇÃO

O hambúrguer é um produto cárneo industrializado obtido de carne moída, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, considerado uma excelente fonte de proteínas, minerais e vitaminas do complexo B¹.

Por ser de preparo rápido e fácil, e ainda conter nutrientes que alimenta e sacia, o hambúrguer torna-se um alimento bastante consumido por todas as classes sociais e faixas etárias². No entanto, o consumo demasiado deste tipo de alimento pode ser prejudicial à saúde, causando obesidade e doenças decorrentes como hipertensão entre outras, principalmente, em decorrência do seu conteúdo de gorduras saturadas^{3,4}.

Embora a carne apresente elevado teor nutritivo, como proteína de alto valor biológico, aminoácidos essenciais, vitaminas e sais minerais, seu processamento pode alterar sua com-

posição química e com isso reduzir o seu valor nutricional principalmente pelo acréscimo de ingredientes como a gordura, cloreto de sódio, nitrito e nitrato^{5,6,7}.

Vários ingredientes têm sido adicionados intencionalmente em derivados cárneos a fim de torná-los mais saudáveis, entre eles encontram-se a aveia, a quinoa e a linhaça, que por possuírem fibras insolúveis e ácidos graxos insaturados, são considerados uma boa opção para redução de gorduras saturadas no produto final^{2,8}.

A linhaça apresenta em sua composição 26 % de proteínas, 35 a 40 % lipídeos e aproximadamente 12 % de carboidratos. Estes componentes exercem diversas funções no organismo humano, responsáveis principalmente pelo fornecimento de energia. Do total de lipídios da semente de linhaça, 83 % pertencem à série de ácidos graxos ômega-3, isso indica que além de suas funções nutricionais básicas, a semente de linhaça ocasiona efeitos metabólicos e fisiológicos benéficos à saúde⁹.

Além do processamento, a forma de cozida utilizada para o preparo destes alimentos pode alterar seu rendimento e composição química^{6,10}. Especificamente, os métodos de cozida livre de óleo tendem a contribuir para a redução da gordura no alimento em função do seu aquecimento⁴, enquanto que os métodos que utilizam óleo (fritura) tendem a contribuir para a absorção de gordura, aumentando assim o valor energético do produto.

A carne bovina utilizada para o preparo dos hambúrgueres contribui para o fornecimento de magnésio, ferro, zinco, fósforo e potássio, já que é o tipo de carne com a maior concentração de ferro, sendo todos esses micronutrientes de grande importância para a saúde humana. Fatores associados à saúde humana como a anemia, retardo no crescimento, sensação de cansaço e menor eficiência de aprendizado estão diretamente relacionadas à falta de ferro¹¹.

A deficiência do zinco por sua vez está associada também ao retardo no crescimento, assim como o decréscimo da atividade motora e atenção, anormalidades na memória de curto prazo e dificuldades na resolução de problemas¹², enquanto que o magnésio, o zinco e o cobre apresentam ação regulatória sobre o sistema imunológico e sua deficiência pode causar disfunções imunológicas, deixando o organismo suscetível às infecções¹¹. Por outro lado ainda segundo os mesmos autores¹¹ o excesso de alguns sais minerais pode comprometer as funções estruturais e biológicas, vitais para a manutenção da vida e da saúde.

Diante do exposto, a substituição da gordura animal por farinha de linhaça estabilizada em hambúrguer melhorar a qualidade lipídica do produto. Os benefícios da gordura da linhaça são atribuídos ao seu alto conteúdo de ácido alfa linolênico (n-3)⁹ que atua na prevenção do câncer, osteoporose, assim como no alívio de sintomas da menopausa², além do alto teor

do alto teor de lignanas e fibra alimentar que contribuir para o melhor funcionamento do intestino¹¹, bem como por apresentar consideráveis valores de alguns sais minerais considerados importantes micronutrientes.

OBJETIVOS

O presente estudo teve por objetivo elaborar e avaliar a composição físico-química e de minerais em hambúrgueres bovinos com substituição de gordura animal por farinha de linhaça estabilizada, submetidos a dois diferentes processos de cocção – fritura e grelhamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Formulação dos Hambúrgueres

Os hambúrgueres foram preparados segundo indicado por Terra¹³, com algumas modificações. Os ingredientes utilizados (carne bovina magra de paleta, toucinho, especiarias e condimentos) foram adquiridos em comércio varejista do município de Francisco Beltrão-PR.

Posterior a limpeza da carne (retirada da gordura e tecido conjuntivo aparente), a mesma foi moída em disco de 8 mm e o toucinho em disco de 5 mm. Foram adicionados na sequência a água e o sal para a extração das proteínas miofibrilares e com isso conferir à massa cárnea melhor homogeneidade. Homogeneizou-se a mistura e adicionaram-se os demais ingredientes com exceção do toucinho. A massa obtida foi dividida em 5 (cinco) porções, onde foram adicionados o toucinho e a farinha de linhaça em diferentes

proporções, originando os tratamentos apresentados na Tabela 1.

Após total homogeneização dos ingredientes de cada formulação, os hambúrgueres foram prensados e moldados em uma hamburgueira manual de 11 cm de diâmetro, obtendo-se hambúrgueres com peso líquido de 100 g que na sequência foram embalados e armazenados a-18 °C.

Amostras de hambúrgueres nas formas *in natura* e tratadas termicamente por meio de fritura¹⁴ e grelhamento⁶ foram submetidas à análise dos parâmetros físico-químicos e quantificação de minerais.

Características de Cocção

Após tratamento térmico por fritura e grelhamento, os hambúrgueres foram avaliados quanto ao rendimento de cocção e retenção de umidade, realizados conforme utilizados por Oliveira et al.⁶. As Equações 01 e 02 foram utilizadas para a determinação das características do cozimento.

$$\% \text{ rendimento} = (MC \times 100)/M \quad \text{Eq. 1}$$

MC: Massa da amostra após tratamento térmico

M: Massa da amostra crua

$$\% \text{ Retenção de umidade} = [(\text{peso após tratamento térmico} \times \% \text{ UACO}) \times 100] / M \times \% \text{ UAC} \quad \text{Eq. 2}$$

PC: Peso da amostra após tratamento térmico

% UACO: Percentual de umidade da amostra tratamento térmico

% UAC: Percentual de umidade da amostra crua

M: Massa da amostra crua

Tabela 1. Ingredientes utilizados nas formulações* dos hambúrgueres.

Ingredientes (%)	F1	F2	F3	F4	F5
Carne bovina	74,25	74,25	74,25	74,25	74,25
Farinha de linhaça estabilizada	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0
Gordura Suína – Toucinho	10,0	7,5	5,0	2,5	0,0
Água	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Proteína texturizada de soja	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Sal	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Pimenta branca moída	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Alho em pó	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Glutamato monossódico	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Eritorbato de sódio	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

*Foram preparados 10 hambúrgueres de cada formulação.

Parâmetros físico-químicos

As análises de umidade, cinzas e proteína bruta foram realizadas conforme as técnicas da AOAC¹⁵. A determinação de lipídios e carboidratos foi determinada por diferença conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz¹⁶ e o valor calórico foi realizado de acordo com Tagle¹⁷.

Quantificação dos minerais

A análise de minerais foi realizada segundo metodologia DIN 38 406¹⁸ adaptado e lidas em ICP-OES Agilent Technologies, Série 700, Modelo 710-ICP-OES com tocha horizontal e injetora automática marca Agilent Technologies modelo AY1207M007. Os resultados foram expressos em mg/kg.

Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida de teste de médias Tukey a 5% de probabilidade de erro através do software Statistica¹⁹.

RESULTADOS

A porcentagem de rendimento e capacidade de retenção de umidade dos hambúrgueres suplementados com farinha de linhaça estabilizada em substituição à gordura animal e submetidos aos processos de fritura e grelhamento são apresentados na Tabela 2.

Os valores médios da composição proximal dos hambúrgueres de carne bovina com substituição de gordura animal por farinha de linhaça e submetidos aos tratamentos térmicos (fritura e grelhamento) estão apresentados na Tabela 3.

A concentração de alguns dos minerais encontrados em maiores concentrações nos hambúrgueres desenvolvidos se encontram apresentados na Tabela 4.

DISCUSSÃO

O tratamento térmico aplicado aos alimentos como forma de preparo pode afetar a suculência e maciez, assim como seu rendimento. Os maiores percentuais de retenção de umidade foram observados para as formulações que receberam maiores percentuais de farinha de semente de linhaça estabilizada (F4 e F5) para ambos os tratamentos térmicos, indicando que a farinha de linhaça apresenta habilidade em reter água no produto. Resultado semelhante foi observado por Oliveira et al.⁶ quando verificaram que a capacidade de retenção de água foi proporcional ao aumento da concentração de farinha de linhaça no hambúrguer bovino. López-Vargas et al.²⁰ estudaram as características de qualidade de hambúrguer de carne suína com fibra de albedo de maracujá amarelo e também observaram um aumento no rendimento quando mais fibra de co-produtos do maracujá foi adicionada.

Posteriormente a aplicação do calor pelos tratamentos térmicos aplicados (fritura e grelhamento), observou-se nesse

Tabela 2. Características de cozimento (fritura, grelhamento) de hambúrguer bovino com substituição de gordura animal por farinha de linhaça estabilizada.

Tratamentos	Formulações	Rendimento (%)	Ret. de umidade (%)
FRITO	F1	78,11±0,01 ^d	76,91±0,01 ^c
	F2	83,48±0,01 ^c	77,54±0,01 ^c
	F3	86,30±0,02 ^{bc}	85,00±0,02 ^b
	F4	88,46±0,01 ^{ab}	92,02±0,01 ^a
	F5	90,17±0,01 ^a	91,41±0,01 ^a
GRELHADO	F1	79,18±0,01 ^c	77,97±0,01 ^c
	F2	81,97±0,01 ^{bc}	76,13±0,01 ^c
	F3	84,81±0,01 ^{ab}	83,52±0,00 ^b
	F4	86,59±0,01 ^a	90,08±0,01 ^a
	F5	85,1±0,02 ^{ab}	86,27±0,02 ^{ab}

F1: Formulação controle (0% Farinha de Linhaça; 10% Gordura suína); F2: (2,5% Farinha de Linhaça; 7,5% Gordura suína); F3: (5% Farinha de Linhaça; 5% Gordura suína); F4: (7,5% Farinha de Linhaça; 2,5% Gordura suína); F5: (10% Farinha de Linhaça; 0% Gordura suína). Ret.: Retenção. Os resultados são apresentados na forma de médias das análises em triplicatas com as respectivas estimativas do desvio padrão. Valores na mesma coluna seguidos de letras iguais não diferem entre si ($p > 0,05$). [ANOVA e Teste de Tukey].

Tabela 3. Composição proximal e valor calórico de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça nas formas *in natura*, grelhado e frito.

	Formulações	F1	F2	F3	F4	F5
U (%)	<i>in natura</i>	64,77 ± 2,24 ^{Aa}	64,73 ± 0,31 ^{Aa}	60,32 ± 0,48 ^{Aa}	57,60 ± 0,15 ^{Bb}	59,37 ± 0,31 ^{Bb}
	Grelhado	63,69 ± 0,71 ^{Ba}	63,40 ± 0,71 ^{Aa}	61,06 ± 0,71 ^{Aab}	60,13 ± 0,71 ^{Ab}	59,89 ± 0,19 ^{Bc}
	Frito	61,41 ± 0,55 ^{Ca}	60,13 ± 0,42 ^{Ba}	59,40 ± 0,06 ^{Bb}	59,92 ± 0,47 ^{Ab}	60,19 ± 0,39 ^{Aa}
C (%)	<i>in natura</i>	2,67 ± 0,10 ^{Ba}	2,71 ± 0,15 ^{Ba}	2,62 ± 0,04 ^{Ba}	2,94 ± 0,01 ^{Bb}	3,12 ± 0,03 ^{Ab}
	Grelhado	3,05 ± 0,07 ^{Aa}	3,18 ± 0,04 ^{Aa}	3,06 ± 0,48 ^{Aa}	3,21 ± 0,04 ^{Aa}	3,17 ± 0,06 ^{Aa}
	Frito	3,18 ± 0,12 ^{Aa}	3,10 ± 0,08 ^{Aa}	3,26 ± 0,01 ^{Aa}	3,11 ± 0,03 ^{Aa}	2,99 ± 0,19 ^{Aa}
P (%)	<i>in natura</i>	19,71 ± 0,35 ^{Ca}	20,33 ± 0,44 ^{Ba}	20,46 ± 0,97 ^{Ba}	20,87 ± 0,45 ^{Ba}	20,78 ± 0,39 ^{Ba}
	Grelhado	22,16 ± 0,69 ^{Ba}	22,05 ± 0,43 ^{Aba}	22,28 ± 0,93 ^{Aba}	22,43 ± 0,44 ^{Aa}	22,47 ± 0,69 ^{Aa}
	Frito	23,81 ± 0,19 ^{Aa}	23,16 ± 0,55 ^{Aa}	23,17 ± 0,49 ^{Aa}	22,08 ± 0,52 ^{Ab}	22,31 ± 0,47 ^{Ab}
L (%)	<i>in natura</i>	11,14 ± 1,13 ^{Aa}	9,94 ± 0,52 ^{Ba}	9,55 ± 0,85 ^{Ba}	9,08 ± 0,74 ^{Bb}	7,98 ± 1,12 ^{Bb}
	Grelhado	11,10 ± 1,82 ^{Aa}	10,77 ± 0,99 ^{Aa}	11,11 ± 1,39 ^{Aa}	9,38 ± 1,00 ^{Aa}	9,52 ± 0,85 ^{Aa}
	Frito	11,60 ± 1,30 ^{Aa}	11,29 ± 1,40 ^{Aa}	10,02 ± 1,54 ^{Aba}	9,49 ± 0,78 ^{Aa}	9,63 ± 0,68 ^{Aa}
C (%)	<i>in natura</i>	1,71 ± 0,35 ^{Ac}	2,29 ± 0,22 ^{Ac}	7,05 ± 1,01 ^{Ab}	9,51 ± 0,78 ^{Aa}	8,75 ± 1,20 ^{Aa}
	Grelhado	0,00 ± 0,00 ^{Bc}	2,32 ± 0,48 ^{Ab}	4,15 ± 0,91 ^{Ba}	5,40 ± 0,16 ^{Ba}	4,88 ± 1,37 ^{Ba}
	Frito	0,00 ± 0,00 ^{Bd}	0,60 ± 0,01 ^{Bc}	2,49 ± 0,08 ^{Cb}	4,85 ± 0,86 ^{Ca}	4,95 ± 0,69 ^{Ba}
VC.	<i>in natura</i>	185,94 ± 1,07 ^{Cc}	179,94 ± 0,24 ^{Cd}	195,99 ± 1,97 ^{Bb}	203,24 ± 0,91 ^{Aa}	189,94 ± 1,25 ^{Bc}
	Grelhado	188,54 ± 0,54 ^{Bb}	187,53 ± 0,84 ^{Bb}	199,07 ± 1,45 ^{Aa}	193,54 ± 1,48 ^{Ca}	195,36 ± 0,96 ^{Aa}
	Frito	199,64 ± 0,98 ^{Aab}	203,53 ± 1,64 ^{Aa}	199,46 ± 1,21 ^{Aab}	195,33 ± 0,88 ^{Bb}	195,43 ± 1,31 ^{Ab}

U: Umidade; C: Cinzas; P: Proteínas; L: Lipídios; C: Carboidratos; VC: Valor Calórico (Kcal/100g); F1: Formulação controle (0% Farinha de Linhaça; 10% Gordura suína); F2: (2,5% Farinha de Linhaça; 7,5% Gordura suína); F3: (5% Farinha de Linhaça; 5% Gordura suína); F4: (7,5% Farinha de Linhaça; 2,5% Gordura suína); F5: (10% Farinha de Linhaça; 0% Gordura suína). Os resultados são apresentados na forma de médias de três replicatas com as respectivas estimativas do desvio padrão. Valores na mesma linha seguidos de letras minúsculas iguais não diferem entre si ($p > 0,05$) com relação às diferentes formulações. Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si quanto aos tratamentos térmicos e a formulação *in natura* [ANOVA e Teste de Tukey].

estudo que os hambúrgueres tiveram uma redução de seu rendimento na ordem de 9,83 a 21,89 % quando submetidos à fritura e de 13,41 a 20,82 % quando submetidos ao preparo em grelha elétrica. As menores perdas de rendimento foram observadas para as formulações F5 (fritura) e F4 (grelhamento). Tal observação sugere que os componentes da farinha linhaça adicionada às formulações contribuíram para aumentar a capacidade de retenção de água após o descongelamento, reduzindo também a sinérese e aumentando a resistência ao calor²¹. Este fato mostra uma relação direta entre o rendimento e a capacidade de retenção da água, após uso de temperaturas para seu preparo⁶.

O preparo dos alimentos com uso do calor causa efeitos diretos sobre a palatabilidade e a digestibilidade²¹, melhorando suas características sensoriais e favorecendo a biodisponibilidade dos seus constituintes, no entanto, pode interferir nas suas características físico-químicas²². O tratamento térmico utilizado no preparo dos alimentos, pode também promover a perda de importantes nutrientes⁶.

A porcentagem de água na carne vermelha magra encontra-se na faixa de 75 % e está diretamente relacionada com sua suculência e palatabilidade²³. Os tratamentos térmicos empregados no preparo de produtos cárneos induzem a

Tabela 4. Teor de minerais (mg.Kg⁻¹) nas amostras de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça na forma *in natura*, grelhado e frito.

		Fe	K	Mg	Na	P	Zn
In natura	F1	340,8 ± 0,01 ^a	5108,1 ± 0,02 ^a	315,7 ± 0,03 ^a	7065,6 ± 0,05 ^a	560,8 ± 0,04 ^c	53,6 ± 0,01 ^a
	F2	216,8 ± 0,02 ^b	3543,3 ± 0,04 ^b	258,5 ± 0,04 ^b	4774,3 ± 0,06 ^b	540,2 ± 0,06 ^c	35,7 ± 0,01 ^b
	F3	110,3 ± 0,36 ^c	1674,4 ± 0,06 ^c	127,8 ± 0,05 ^c	2122,9 ± 0,01 ^c	521,4 ± 0,04 ^c	24,7 ± 0,04 ^c
	F4	125,4 ± 0,58 ^c	1550,0 ± 0,07 ^c	140,1 ± 0,08 ^c	1705,8 ± 0,01 ^c	781,9 ± 0,05 ^b	21,5 ± 0,04 ^c
	F5	112,8 ± 0,46 ^c	1368,7 ± 0,06 ^c	130,6 ± 0,09 ^c	965,1 ± 0,01 ^d	953,6 ± 0,02 ^a	17,8 ± 0,05 ^c
Grelhado	F1	489,5 ± 0,46 ^a	7883,9 ± 0,46 ^a	515,1 ± 0,03 ^a	11531,1 ± 0,02 ^a	121,2 ± 0,01 ^e	99,0 ± 0,05 ^a
	F2	396,9 ± 0,84 ^b	5795,8 ± 0,03 ^b	439,6 ± 0,35 ^b	7882,8 ± 0,03 ^b	391,9 ± 0,06 ^d	58,6 ± 0,04 ^b
	F3	137,6 ± 0,46 ^c	1602,3 ± 0,04 ^c	131,9 ± 0,04 ^c	1949,0 ± 0,01 ^d	608,1 ± 0,04 ^c	23,3 ± 0,02 ^c
	F4	174,4 ± 0,35 ^c	1935,4 ± 0,08 ^c	240,6 ± 0,06 ^{ab}	2738,9 ± 0,01 ^c	859,8 ± 0,04 ^b	28,8 ± 0,05 ^c
	F5	111,8 ± 0,78 ^c	1583,8 ± 0,09 ^c	140,6 ± 0,06 ^c	1231,8 ± 0,01 ^d	1103,6 ± 0,08 ^a	19,8 ± 0,04 ^c
Frito	F1	588,5 ± 0,46 ^a	7019,3 ± 0,06 ^a	461,9 ± 0,08 ^a	10661,1 ± 0,04 ^a	190,9 ± 0,01 ^d	76,7 ± 0,04 ^a
	F2	287,7 ± 0,16 ^b	4175,9 ± 0,04 ^b	298,6 ± 0,06 ^b	5560,7 ± 0,03 ^b	496,5 ± 0,02 ^c	44,5 ± 0,06 ^b
	F3	127,5 ± 0,34 ^c	1768,4 ± 0,04 ^c	163,9 ± 0,05 ^c	1975,7 ± 0,01 ^c	624,1 ± 0,03 ^b	20,3 ± 0,04 ^c
	F4	119,4 ± 0,37 ^c	1465,2 ± 0,05 ^c	135,8 ± 0,08 ^c	1694,2 ± 0,04 ^d	1061,6 ± 0,04 ^a	24,0 ± 0,07 ^c
	F5	111,7 ± 0,73 ^c	1483,2 ± 0,03 ^c	124,0 ± 0,06 ^c	1140,4 ± 0,02 ^d	1208,6 ± 0,04 ^a	20,0 ± 0,08 ^c

F1: (0% Farinha de Linhaça; 10% Gordura suína); F2: (2,5% Farinha de Linhaça; 7,5% Gordura suína); F3: (5% Farinha de Linhaça; 5% Gordura suína); F4: (7,5% Farinha de Linhaça; 2,5% Gordura suína); F5: (10% Farinha de Linhaça; 0% Gordura suína). Os resultados são valores médios de três replicatas com as respectivas estimativas do desvio padrão. Valores na mesma linha seguidos de letras minúsculas iguais não diferem entre si ($p > 0,05$) [ANOVA e Teste de Tukey].

perda da umidade, o que aumenta a concentração dos demais componentes do alimento⁶.

No presente estudo, os teores de umidade para as amostras *in natura*, são semelhantes aos encontrados por Borba et al.¹⁴ em amostras de hambúrgueres bovino cru (60,29 %) e inferiores aos encontrados por Ferrão et al.²⁴ em amostras de hambúrgueres bovino *in natura* (72,24 a 72,60 %) formulados com diferentes níveis de extrato de farelo de arroz.

Após o tratamento térmico valores de umidade inferiores foram verificados por Borba et al.¹⁴ em hambúrguer bovino submetido a diferentes tratamentos térmicos: 49,96 % (fritura); 55,77% (forno convencional) e 47,84 % (micro-ondas). Porém, se encontraram próximos aos verificados por Oliveira et al.⁴ em hambúrgueres adicionados de farinha de semente de linhaça dourada em substituição a gordura suína (60,74 a 62,95 %).

Os tratamentos térmicos utilizados neste estudo mostraram o aumento na concentração de alguns constituintes os quais dife-

riram estatisticamente ($p < 0,05$) da amostra avaliada na forma *in natura*. Para cinzas, as formulações F1, F2, F3 e F4 tiveram seu conteúdo aumentado e diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) da amostra *in natura*. Valores próximos para este parâmetro foram encontrados por Marques²⁵ em produto cárneo tipo hambúrguer de carne bovina adicionado de farinha de semente de aveia, com valores que variaram entre 2,58 e 2,90 %.

Para proteínas, de modo geral as amostras submetidas aos processos de cocção tiveram seus percentuais aumentados e diferentes estatisticamente ($p < 0,05$) das amostras *in natura*. Os valores encontrados apresentam-se acima do valor mínimo estabelecido pela legislação (15,0 %)²⁶, podendo ser considerados uma boa fonte protéica. Os teores médios de proteínas obtidos são superiores aos valores encontrados por Ferrão et al.²⁴ em amostras de hambúrgueres bovino *in natura* (14,14 a 15,02 %) e semelhantes aos percentuais encontrados por Passos e Kuaye²⁷ em hambúrgueres bovinos formulados com proteína texturizada de soja (17,33 a 19,17 %).

Para o conteúdo lipídico apenas a formulação F1 não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre os valores da amostra *in natura* e aquelas submetidas à fritura e a grelha. Por outro lado, as formulações F2, F3, F4 e F5 (grelhadas e fritas), tiveram os percentuais de lipídios com diferença estatística ($p < 0,05$) quando comparados com as amostras *in natura*, porém, estas formulações não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre os valores dos diferentes tratamentos térmicos. Apesar da variação nas quantidades de gordura animal utilizadas para as diferentes formulações, todas se encontram de acordo com a quantidade máxima de gordura (23 %) estabelecida pela legislação²⁶.

Em comparação ao estudo de Borba¹⁴, os valores encontrados nesse estudo para o conteúdo lipídico são inferiores aos determinados pelo autor em hambúrgueres submetidos a diferentes tratamentos: 18,31 % (*in natura*); 21,68 % (frito); 16,38 % (assado) e 19,51 % (micro-ondas).

O percentual de carboidratos variou com a adição de farinha de linhaça, o que de acordo com Selani et al.²⁸ é comum quando se adiciona ingredientes de origem vegetal no produto cárneo. O regulamento técnico de identidade e qualidade de hambúrguer do Ministério da Agricultura preconiza valor de carboidratos totais de 3 %²⁶ estando, assim, de acordo com a legislação somente as formulações F1, F2 e F3, submetidas à fritura e F1 e F2 submetidas ao grelhamento.

Variações nos teores de carboidratos em hambúrgueres também foram observadas por Marques²⁵ que encontrou valores entre 2,82 % (0 % de farinha de aveia) e 15,02 % (25 % de farinha de aveia). Assim como nesse estudo, quanto maior a proporção de farinha de origem vegetal adicionada às formulações, maior o conteúdo de carboidratos conferido aos produtos.

O valor energético médio das formulações desenvolvidas foi de 194,16 kcal/100 g, valor este inferior aos indicados em rótulos de hambúrgueres comerciais (196,42 a 250,00 kcal/100 g) e superiores aos valores encontrados por Marques²⁵ em hambúrgueres adicionados de aveia, cujos valores variaram de 100,38 kcal/100 g (0 % de farinha de aveia) a 135,32 kcal/100 g (25 % de aveia).

O valor energético aumentou significativamente ($p < 0,05$) com o tratamento térmico para quatro (F1, F2, F3, F5) das cinco formulações desenvolvidas. Com valor calórico médio de 198,68 kcal/100 g para os hambúrgueres submetidos à fritura, os quais se apresentaram superiores aos hambúrgueres grelhados (192,81 kcal/100 g).

Todos os minerais essenciais ao ser humano estão presentes na carne bovina²⁹, com destaque para o ferro, fósforo, potássio, sódio, magnésio e zinco³⁰.

Os minerais quantificados neste estudo apresentaram maiores concentrações após os tratamentos térmicos, uma vez que os produtos desidrataram quando expostos ao calor,

concentrando estes componentes, corroborando com o que disseram Oliveira et al.⁶ quando analisaram hambúrgueres antes e após o cozimento.

O fósforo foi dentre os minerais o único que apresentou aumento na concentração conforme aumentou a porcentagem de farinha de linhaça adicionada as formulações. De acordo com a legislação brasileira³¹, a ingestão diária de fósforo deve ser de 700 mg/dia para uma boa manutenção do metabolismo humano.

Considerando esta indicação, observa-se que o teor de fósforo contido na formulação F5 contribui com aproximadamente 15 % (quando grelhada) e 17 % (quando frita) da quantidade diária de consumo necessária para um adulto. Esse fato pode ser decorrente da redução da gordura animal (suína) em substituição à farinha de linhaça que apresenta maior concentração de minerais totais (11,2 %)³², quando comparado a gordura animal (0,7 % de cinzas)⁶.

O consumo de fósforo na proporção indicada se faz necessário, pois, participa do metabolismo corporal e da estrutura óssea, e ainda apresenta influência na melhoria das funções metabólicas no organismo³³.

Valores superiores de fósforo, quando comparado ao presente estudo, foram encontrados por Pedro et al.²⁹ em diferentes variedades de produtos cárneos (salame, copa, presunto, mortadela, entre outros), com variação entre 2170,6 – 4890,7 mg/kg.

O teor de sódio apresentou redução de concentração de aproximadamente 86% da formulação F1 para formulação F5 para a amostra *in natura* e de 89 %, para as amostras grelhadas e fritas, o que implica dizer que com o consumo de 100 g de hambúrguer, contribui para a ingestão de 114,0 mg (frito) a 123,18 mg (grelhado) de sódio, enquanto que o consumo de uma unidade de hambúrguer da formulação F1 a ingestão será de 1.066 mg/100 g (frito) a 1.153 mg/100 g (grelhado).

A recomendação da Organização Mundial da Saúde³⁴ para ingestão de sódio diária (adultos) é de no máximo 5 g de sal (equivalentes a 2.000 mg de sódio), o que implica prever que os valores de sódio em hambúrgueres sem a adição da farinha de linhaça ultrapassaram aproximadamente metade da quantidade máxima recomendada em um único alimento.

Considerando o mínimo de três refeições diárias e que muitos alimentos apresentam sódio em sua constituição natural, supostamente pode-se ultrapassar a quantidade máxima estimada pela legislação no dia, estando, o consumidor vulnerável ao desenvolvimento de doenças crônicas, desde a hipertensão arterial e doenças cardiovasculares até o câncer de estômago^{35,36}.

O mineral ferro também apresentou redução da formulação F1 para a F5 em torno de 67 % para a amostra *in natura*,

32 % para a amostra de hambúrguer submetida ao grelhamento e 18 % para a amostra submetida a fritura. No entanto, os dois processos de cocção contribuíram para a concentração deste nutriente em relação a amostra *in natura*.

A literatura relata que a deficiência de ferro no organismo humano promove o desenvolvimento de anemia, o que levou a criação do Programa Nacional de Suplementação de Ferro (PNSF), que em parceria com a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) no ano de 2002 tornou obrigatória a fortificação das farinhas (trigo e milho), as quais devem conter no mínimo 4,2 mg/100 g de farinha³⁷. Com base nesta informação, as formulações F5 que apresentaram as menores concentrações de ferro ultrapassam a quantidade mínima em aproximadamente 2,6 %, indicando ser ainda uma boa fonte de ferro.

As concentrações de potássio, assim como de magnésio e zinco também tiveram suas concentrações reduzidas tanto para as amostras avaliadas *in natura*, quanto frita e grelhada, com a adição da farinha de linhaça. No entanto, quando se compara os diferentes métodos de preparo (*in natura*, frito, grelhado), observa-se que a forma de preparo do hambúrguer concentrou estes nutrientes com maiores valores para os hambúrgueres submetidos ao grelhamento.

Considerando que na dieta muitos alimentos apresentam em sua constituição estes minerais, e que o excesso de potássio que pode promover arritmias cardíacas e problemas renais³⁶; o excesso de magnésio leva a desidratação celular³⁸ e o excesso de zinco reduz a absorção de outros minerais¹¹, o equilíbrio na ingestão destes componentes, contribui para melhor saúde para o consumidor.

CONCLUSÃO

A adição de farinha de linhaça em substituição à gordura animal em hambúrgueres de carne bovina mostrou aumento no teor de carboidratos em decorrência da adição da farinha de linhaça e redução do teor de lipídios nos produtos adicionados de 7,5 % e 10,0 %.

Os hambúrgueres com maior percentual de farinha de linhaça apresentaram maior capacidade de retenção de umidade e com isso maior rendimento, em ambas as formas de tratamento térmico (fritura e grelhamento), o que contribui para maior maciez e suculência.

Os tratamentos térmicos contribuíram para o aumento das concentrações protéicas e lipídicas em comparação com as amostras *in natura* o que é justificado pela perda de água durante a cocção.

A adição de farinha de linhaça em substituição à gordura animal levou ao aumento do teor de fósforo e redução de sódio, o que é nutricionalmente indicado em função dos problemas de saúde que podem ser desencadeados com a ingestão de altas quantidades de sódio.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento MAPA. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de set, 2003.
2. Oliveira DF, Coelho AR, Burgardt VCF, Hashimoto EH, Lunkes AM, Marchi JF, Tonial IB. Alternatives for a healthier meat product: a review. Braz. J. Food Technol. 2013;16(3):163-174.
3. Bock M, Derraik JGB, Brennan CM, Biggs JB, Smith GC, Cameron-Smith D, Wall CR, Cutfield WS. Psyllium Supplementation in Adolescents Improves Fat Distribution & Lipid Profile: A Randomized, Participant-Blinded, Placebo-Controlled, Crossover Trial. PLoS ONE 2012;7(7):417-435.
4. Ali HA, Mansour EH, Osheba AS, El-Bedawey AA. Evaluation of extruded products prepared from corn grits – corn starch with common carp fish. Am. J. Food Sci. Nutr. Res. 2016;3(1):102-108.
5. Vanitha M, Dhanapal K, Reddy GVS. Quality changes in fish burger from Catla (*Catla Catla*) during refrigerated storage. J. Food Sci. Technol. 2015;52(1):1766-1771.
6. Oliveira DF, Mileski JPF, De Carli CG, Marchi JF, Silva DC, Coelho AR, Tonial IB. Golden flaxseed flour as a substitute for animal fat in reduced-sodium beef hamburgers. Braz. J. Food Technol. 2014;17(4):273-282.
7. Talukder S. Effect of dietary fiber on properties and acceptance of meat products: a review. Crit Rev Food Sci Nutr. 2015;55(7):1005-1011.
8. Cofrades S, Benedí J, Garcimartin A, Sánchez-Muniz FJ, JimenezColmenero F. A comprehensive approach to formulation of seaweed-enriched meat products: From technological development to assessment of healthy properties. Food Res. Int. 2016;99(Pt 3):1084-1094.
9. Kayser CGR, Krepsky LH, Oliveira MR, Liberali R, Coutinho V. Benefícios da ingestão de Ômega 3 e a prevenção de doenças crônicas degenerativas - revisão sistemática. RBONE. 2010;4(21):137-146.
10. Shariati-Ievari S, Ryland D, Edel A, Nicholson T, Suh M, Aliani M. Sensory and physicochemical studies of thermally micronized chickpea (*cicer arietinum*) and green lentil (*lens culinaris*) flours as binders in low-fat beef burgers. J. Food Sci. 2016;81(5):1230-1242.
11. Macedo EMC, Amorim MAF, Silva ACS, Castro CMMB. Effects of copper, zinc and magnesium deficiency on the immune system of severely malnourished children. Rev. Paul. Pediatr. 2010;28(3):329-336.
12. Volpe SL. Magnesium in disease prevention and overall health. Adv. Nutr. 2013;4(3):378-383.
13. Terra NN. Apontamentos de tecnologia de carnes. São Leopoldo: Unisinos, 1998.
14. Borba CM, Oliveira VR, Montenegro KR, Hertz F, Venzke JG. Diferentes processamentos de hambúrguer bovino e de frango. Braz. J. Food Technol. 2013;24(1):21-27.

15. AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. Arlington: Washington; 1997.
16. IAL - Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
17. Tagle MA. Nutrição. São Paulo: Artes Médicas; 1981.
18. DIN - Deutsches Institut für Normung. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser – Abwasser - und Schlammuntersuchung: Kationen (Gruppe E); 1983.
19. Statistica, Statistica 5.0 Software. StaSoft, Tucksas, 2005.
20. López-Vargas, JH, Fernández-López J, Pérez-Álvarez JA, Viuda-Martos M. Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. *Meat Science*. 2014;97(2): 270-276.
21. Rosa FC, Bressan MC, Bertechini AG, Fassani EJ, Vieira JO, Faria PB, Savian TV. Efeito de métodos de cocção sobre a composição química e colesterol em peito e coxa de frango de corte. *Ciênc. agrotec*. 2006;30(4):707-714.
22. Schmiele M, Mascarenhas MCCN, Barretto ACS, Pollonio MAR. Dietary fiber as fat substitute in emulsified and cooked meat model system. *LWT*. 2015;61(1),105-111.
23. Roça RO. Tecnologia da carne e produtos derivados. Botucatu: UNESP; 2000.
24. Ferrão TS, Macagnan FT, Brum FB, Silva LP. Aplicação de extrato de farelo de arroz como antioxidante em hambúrguer bovino. [Arquivo Eletrônico] 2013 [citado em 2013set.17]. Disponível em http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/3.2.11_Aplic.pdf.
25. Marques MM. Elaboração de um produto de carne bovina tipo hambúrguer adicionado de farinha de aveia [Dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2007. 71p
26. Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Regulamento técnico de identidade e qualidade de hambúrguer. Instrução Normativa nº 20, de 31/07/2000. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 jul, 2000.
27. Passos MHCR, Kuaye AY. Influence of the formalation, cooking time and final internal temperature of beef hamburgers on the destruction of *Listeria monocytogenes*. *Food Control*. 2002; 13:33-40.
28. Selani MM, Shirado AN, Margiotta GB, Saldaña E, Spada FP, Piedade SMS, Contreras-Castillo CJ, Canniatti-Brazaca SG. Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. *Meat Science*. 2016;112(1): 69-76.
29. Pedro NAR, Fili SP, Oliveira E. Determinação de nutrientes minerais em alguns produtos cárneos. *Braz. J. Food Technol*. 2000;3:121-127.
30. Slobodan L, Brankovica I, Koricanaca V, Vranica D, Spalevic L, Pavlovic M, Lakicevica B. Reducing sodium chloride content in meat burgers by adding potassium chloride and onion. *Procedia Food Sci*. 2015;5:164-167.
31. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 269 de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 set, 2005.
32. Eckert RG, Almeida PGO. Análise centesimal e dosagem de ômega-3 em semente de chia (*Salvia hispanica*) e semente de linhaça (*Linum usitatissimum*). *Varia Sci. Agrár*. 2014; 4(1):49-64.
33. Pedraza DF, Queiroz D. Micronutrients in child growth and development. *Rev. Braz. Crescimento Desenvolvimento Hum*. 2011;21(1):156-171.
34. World Health Organization (WHO). Global strategy on diet, physical activity and health. (Fifty-Seventh World Health Assembly WHA 57.17). 2004.
35. He FJ, Macgregor GA. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *J. Hum. Hypertens*. 2009;23(6):363-384.
36. O'Donnell MB, Mentz A, Rangarajan S, Matthew J, McQueen MB, Xingyu W, et al. Urinary sodium and potassium excretion, mortality, and cardiovascular events. *N. Engl. J. Med*. 2014;371(7):612-623.
37. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Programa Nacional de Suplementação de Ferro: manual de condutas gerais / Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. 24 p
38. Hata A, Doi Y, Ninomiya T, Mukai N, Hirakawa Y, Hata J, Ozawa M, Uchida K, Shirota T, Kitazono T, Kiyohara Y. Magnesium intake decreases Type 2 diabetes risk through the improvement of insulin resistance and inflammation: the Hisayama Study. *Diabet. Med*. 2013; 30(12):1487-1494.