

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DÉBORA FRANCIELLY DE OLIVEIRA

FARINHA DE LINHAÇA DOURADA COMO SUBSTITUTO DE
GORDURA ANIMAL EM HAMBÚRGUER DE CARNE BOVINA COM
REDUÇÃO DE SÓDIO

DISSERTAÇÃO

LONDRINA

2014

DÉBORA FRANCIELLY DE OLIVEIRA

**FARINHA DE LINHAÇA DOURADA COMO SUBSTITUTO DE
GORDURA ANIMAL EM HAMBÚRGUER DE CARNE BOVINA COM
REDUÇÃO DE SÓDIO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Mestre em Tecnologia de Alimentos” – Área de concentração: Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Ivane Benedetti Tonial
Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Coelho

LONDRINA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

O48fOliveira, Débora Francielly de
Farinha de linhaça dourada como substituto de gordura animal em
hambúrguer de carne bovina com redução de sódio /Débora Francielly de
Oliveira. - Londrina:[s.n.],2014.
XII, 70f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ivane Benedetti Tonial
Co-orientador: Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Coelho
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal doParaná.
Programa de Pós-Graduaçãoem Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2014.
Bibliografia: f. 56-69

1.Carne bovina. 2.Hambúrgueres. 3.Linhaça. 4.Lipídios. 5.Sódio
I. Tonial, Ivane Benedetti, orient. II.Coelho, Alexandre Rodrigo, co-orient.
III.Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV.Programa de
Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664.9298

FOLHA DE APROVAÇÃO
Título da Dissertação Nº 13

**“Farinha de linhaça dourada como substituto de
gordura animal em hambúrguer de carne bovina
com redução de sódio”**

por

Débora Francielly de Oliveira

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina, às 14:00 hs de 31 de janeiro de 2014. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

Ivane Benedetti Tonial, Dra.
UTFPR Câmpus Francisco Beltrão
Orientador

Maria Cristina Milinsk, Dra.
UFPR Câmpus Palotina
Membro avaliador titular

Visto da coordenação:

Edimir Andrade Pereira, Dr.
UTFPR Câmpus Pato Branco
Membro examinador titular

Prof. Marly S. Katsuda, Dra.
(Coordenadora do PPGTAL)

Às minhas filhas - Shara e Brenda, pelos momentos de ausência da mamãe.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão contemplar a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante etapa de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas podem estar certas da minha gratidão.

Agradeço a minha orientadora Profa. Dra. Ivane Benedetti Tonial e ao meu coorientador Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Co, peça sabedoria com que me guiaram nesta trajetória.

Aos professores João Francisco Marchi e Vânia de Cássia da Fonseca Burgardt, à Tecnóloga Caroline Giane de Carli e ao Mestrando em Tecnologia de Alimentos e Técnico de Laboratórios João Paulo Fernando Mileski, pela colaboração durante o planejamento e/ou desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores membros da banca examinadora, pela disponibilidade e contribuição dedicadas a esta dissertação.

À Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTAL), pela cooperação.

À Técnica Administrativa Anaís Andrea Neis de Oliveira, pelo auxílio prestado.

Aos meus colegas de sala de aula.

A todos os professores que ministraram as disciplinas que cursei, pelos conhecimentos que me proporcionaram.

Aos meus amigos e técnicos de laboratórios, pela colaboração.

Deixo registrado também, o meu reconhecimento e agradecimento à minha família, pois, acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer mais esse desafio.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

MUITO OBRIGADA!

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, pois, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível [...]” (CHAPLIN, Charles).

RESUMO

OLIVEIRA, Débora Francielli de. **Farinha de linhaça dourada como substituto de gordura animal em hambúrguer de carne bovina com redução de sódio**. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.

Os consumidores costumam associar os produtos cárneos processados com imagem negativa em função dos teores de gordura saturada, sódio e aditivos químicos que apresentam. Visando oferecer um produto cárneo mais saudável este trabalho teve por objetivo estudar a influência da adição de farinha semente de linhaça dourada (*Linum usitatissimum* L.) como substituto de gordura suína e da utilização de sal com teor reduzido de sódio nas características físicas, físico-químicas e sensoriais de hambúrgueres de carne bovina. Seis formulações foram desenvolvidas: F1 (Controle: 10,0% de toucinho/0,0% de farinha de semente de linhaça/sal convencional); F2 (10,0% de toucinho/0,0% de farinha de semente de linhaça/sal *light*); F3 (5,0% de toucinho/5,0% de farinha de semente de linhaça/sal convencional); F4 (5,0% toucinho/5,0% de farinha de semente de linhaça/sal *light*); F5 (0,0% de toucinho/10,0% de farinha de semente de linhaça/sal convencional) e F6 (0,0 de toucinho/10,0% de farinha de semente de linhaça/sal *light*). Foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais das diferentes formulações, que foram também submetidas à avaliação das características físicas após cocção. Os resultados demonstraram que a adição de 10,0% de farinha de semente de linhaça dourada em substituição a 100,0% da gordura suína (toucinho) contribuiu para o aumento significativo ($p < 0,05$) do teor de proteínas. As formulações adicionadas de 5,0% de semente de farinha de linhaça em substituição a 50,0% do toucinho apresentaram boas notas para todos os atributos sensoriais avaliados. Houve aumento ($p < 0,05$) dos percentuais de cinzas e de ácido graxo α -linolênico (ω -3) e redução ($p < 0,05$) dos teores de lipídios totais, valor calórico, gordura no extrato seco e extrato seco total, independente, dos níveis de adição da farinha. A substituição de toucinho por farinha de semente de linhaça contribuiu para o menor encolhimento e melhor rendimento, bem como para maior retenção de umidade e de gordura dos hambúrgueres submetidos à cocção. A utilização de sal *light* não interferiu ($p < 0,05$) negativamente nas características sensoriais. Os produtos desenvolvidos se encontraram condizentes com os parâmetros microbiológicos preconizados pela legislação. Os resultados sugeriram que a adição de farinha de semente de linhaça dourada como substituto de gordura saturada e a redução de sódio em hambúrgueres de carne bovina se caracterizou alternativa viável do ponto de vista nutricional e sensorial, contribuindo ainda para o maior rendimento do produto após o cozimento.

Palavras-chave: Produto cárneo. Qualidade lipídica. Ω -3. Cloreto de potássio. Saúde.

ABSTRACT

OLIVEIRA, DéboraFrancielli de. **Golden flaxseed flour as substitute of animal fat in beef burger with sodium reduction**. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Federal Technology University - Parana. Londrina, 2014.

The consumers associate processed meat products with negative image due to the high level of saturated fat, sodium and chemical additives which have. Aiming offer healthier meat product this work aimed to study the influence of the addition of golden flaxseed flour (*Linum usitatissimum* L.) as a substitute for pork fat and use of salt with low level of sodium by replacement with potassium chloride in beef burgers. Six formulations were developed: F1 (control: 10.0% pork fat/0.0% flaxseed flour/conventional salt); F2 (10.0% pork fat/0.0% flaxseed flour/light salt); F3 (5.0% pork fat/5.0% flaxseed flour/conventional salt); F4 (5.0% pork fat/5.0% flaxseed flour/light salt); F5 (0.0% pork fat/10.0% flaxseed flour/conventional salt) and F6 (0.0% pork fat/10.0% flaxseed flour/ light salt). Were carried analyses sensory and microbiological physico-chemical of the formulations different, which were also subjected to evaluation of physical characteristics after cooking. The results showed that adding 10.0% of golden flaxseed flour in replacing of 100.0% of pork fat contributed to significant increase ($p < 0.05$) in the protein content. The formulations added 5.0% of golden flaxseed flour in replacing of 50.0% of pork fat presented good notes for all sensory attributes evaluated. There was increase ($p < 0.05$) in the percentage of ash and fatty acid α -linolenic (omega-3) and decreased ($p < 0.05$) the levels of total lipids, caloric value, fat in dry matter and total solids, independent of levels of addition of flour. The replacement of fat by flaxseed flour contributed to lower shrinkage and higher yield, moisture retention and fat from burgers subjected to cooking. The use of light salt not affect negatively sensory characteristics. The products developed corresponded with microbiological parameters recommended legislation. The results suggested that the addition of golden flaxseed flour as a substitute for saturated fat and reduced sodium burgers characterized viable alternative in terms nutritional and sensorial, also contributing to higher yield of product after cooking.

Keywords: Meat product. Lipidic quality. Omega-3. Potassium Chloride. Health.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – INTENÇÃO DE COMPRA PARA OS HAMBÚRGUERES	54
----------------------------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – INGREDIENTES NÃO VARIÁVEIS NAS FORMULAÇÕES DOS HAMBÚRGUERES.....	33
TABELA 2 – INGREDIENTES VARIÁVEIS NAS FORMULAÇÕES DOS HAMBÚRGUERES.....	33
TABELA 3 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA FARINHA DE SEMENTE DE LINHAÇA DOURADA.....	40
TABELA 4 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DOS HAMBÚRGUERES NA FORMA <i>IN NATURA</i>	41
TABELA 5 – COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS (%) DA FARINHA DE SEMENTE DE LINHAÇA DOURADA.....	44
TABELA 6 – COMPOSIÇÃO DOS PRINCIPAIS ÁCIDOS GRAXOS (%) DOS HAMBÚRGUERES NA FORMA <i>IN NATURA</i>	45
TABELA 7 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS HAMBÚRGUERES APÓS COCÇÃO POR GRELHAMENTO	47
TABELA 8 – QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS HAMBÚRGUERES E PADRÕES MICROBIOLÓGICOS DE QUALIDADE PARA O PRODUTO	49
TABELA 9 – ACEITAÇÃO DOS HAMBÚRGUERES DE CARNE BOVINA COM REDUÇÃO DOS TEORES DE SÓDIO E GORDURA SATURADA	50
TABELA 10 – ÍNDICE DE ACEITABILIDADE PARA CADA ATRIBUTO SENSORIAL AVALIADO NOS HAMBÚRGUERES	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 ALIMENTAÇÃO E SAÚDE HUMANA	14
3.2 LIPÍDIOS	15
3.3 SÓDIO	18
3.4 DOENÇAS PROVENIENTES DE DIETA RICA EM GORDURAS SATURADAS E COM EXCESSO DE SÓDIO	19
3.5 SUBSTITUTOS DE GORDURA ANIMAL EM DERIVADOS CÁRNEOS	22
3.6 ALTERNATIVAS PARA HAMBÚRGUER MAIS SAUDÁVEL	23
3.6.1 Redução de gordura animal	24
3.6.2 Redução de sódio	27
3.6.2.1 Implicações sensoriais da redução de sódio	28
3.6.2.2 Implicações da redução de sódio na conservação do produto	29
3.6.2.3 Implicações tecnológicas da redução de sódio	29
3.6.3 Adição de linhaça: incorporação de ácidos graxos poliinsaturados	30
4 MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1 OBTENÇÃO DOS INGREDIENTES	32
4.2 FORMULAÇÃO DOS HAMBÚRGUERES	32
4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	34
4.3.1 Composição proximal	34
4.3.2 Valor calórico	34
4.3.3 Extrato seco total	35
4.3.4 Gordura no extrato seco	35
4.3.5 Teor de sódio	36
4.3.6 Transesterificação lipídica	36
4.3.7 Análise cromatográfica dos ésteres metílicos de ácidos graxos	36
4.4 COCÇÃO DOS HAMBÚRGUERES	37
4.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS APÓS COCÇÃO	37
4.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	38

4.7 ANÁLISES SENSORIAIS.....	38
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE SEMENTE DE LINHAÇA.....	40
5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS HAMBÚRGUERES.....	41
5.3 COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS.....	44
5.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS APÓS COCÇÃO.....	47
5.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.	49
5.6 ANÁLISES SENSORIAIS.....	50
6 CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

Em função da aceleração do ritmo urbano, dado pelo tempo produtivista é cada vez mais evidente a busca por alimentos industrializados de fácil preparo. Entretanto, junto à escassez de tempo para preparar produtos saudáveis no domicílio, vem a preocupação da população com os problemas de saúde que estes alimentos podem ocasionar.

Essa demanda tem motivado as comunidades industrial e científica a unirem esforços no sentido de ofertar alimentos industrializados que, além de nutrir, promovam o bem-estar e atuem como redutores dos riscos de doenças crônicas.

A variedade de produtos cárneos que não demandam muito tempo para preparar disponibilizada nas gôndolas de supermercados tornou-se um atrativo para os consumidores, contribuindo para que hambúrguer, salsicha, salame, mortadela, linguiça, empanado e almôndegas sejam opção crescente na mesa de muitas famílias no mundo todo.

Em decorrência da sua praticidade de preparo e por possuir nutrientes que alimentam e saciam a fome rapidamente, o hambúrguer se tornou um produto consumido por todas as classes populares.

No entanto, devido aos consideráveis conteúdos de gordura saturada e sódio (advindo em sua grande maioria do cloreto de sódio adicionado durante a formulação), o consumo demasiado deste tipo de produto pode ser prejudicial à saúde humana, podendo ocasionar aumento da pressão arterial, excesso de gordura no sangue e obesidade, doenças estas, tidas como problemas de saúde pública no mundo todo e que, em tempos recentes, têm acometido além de adultos e idosos, crianças.

Nesse sentido, a redução dos conteúdos de sódio e gordura animal pode ser relevante para a melhoria da qualidade nutricional do hambúrguer. Em contrapartida, a literatura relata a importância da gordura para o sabor, aroma e textura dos alimentos, bem como do efeito preservativo do sódio contribuindo para a maior conservação dos produtos além de proporcionar sabor salgado aos mesmos, se caracterizando, portanto, desafios tecnológicos para a indústria cárnea.

Diante do exposto, reduzir o conteúdo de gorduras saturadas através da adição de um vegetal, e por isso incorporar gorduras insaturadas e substituir

parcialmente o sódio por outro tipo de sal pode se caracterizar alternativa para tornar o hambúrguer um produto cárneo mais saudável.

A linhaça é um vegetal dos mais ricos em ácidos graxos poliinsaturados, apresentando elevados teores de ácidos graxos da série ômega-3, os quais podem contribuir para a redução do risco de diversas doenças crônicas e degenerativas, motivos que justificaram a sua utilização como ingrediente em derivados cárneos. Por não ter interferido de forma negativa na aceitação dos produtos, o uso de cloreto de potássio em formulações cárneas também tem sido exaltado.

Visando o desenvolvimento de um produto cárneo mais saudável, esse estudo avaliou a influência da substituição parcial e total de gordura suína por farinha de semente de linhaça dourada e da utilização de sal contendo cloreto de potássio e teor reduzido de sódio nas características físicas, nutricionais e sensoriais de hambúrguer de carne bovina.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver hambúrguer de carne bovina mais saudável por meio da utilização de sal com teor reduzido de sódio e da adição de farinha de linhaça dourada como substituto de gordura saturada e com isso, incorporar ácidos graxos ômega-3 no produto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar e avaliar hambúrgueres de carne bovina com adição de farinha de semente de linhaça dourada em substituição da gordura animal e com reduzido teor de sódio;
- Avaliar a qualidade microbiológica dos produtos desenvolvidos;
- Determinar a composição proximal;
- Calcular o valor calórico, gordura no extrato seco e extrato seco total;
- Avaliar as características físicas do produto após a cocção;
- Determinar o perfil de ácidos graxos;
- Quantificar o teor de sódio no sal *light* e nos hambúrgueres formulados;
- Verificar a aceitação do produto através de testes sensoriais afetivos e índice de aceitabilidade (IA).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ALIMENTAÇÃO E SAÚDE HUMANA

De acordo com Brillat-Savarin (1825 apud BRASIL, 2006, p. 23) “o destino das nações depende daquilo e de como as pessoas se alimentam”. Essa afirmação, que remonta há quase dois séculos, já demonstrava a relação vital entre a alimentação e a saúde.

A alimentação constitui uma das atividades humanas mais antigas e importantes, não só por razões biológicas, mas também por envolver aspectos econômicos, sociais, científicos, políticos, psicológicos e culturais, sendo todos fundamentais na dinâmica da evolução das sociedades (PROENÇA, 2010).

Entretanto, a sociedade moderna tem levado a hábitos alimentares que afetam de maneira significativa a saúde dos consumidores, podendo contribuir negativamente para a qualidade de vida das pessoas (ORTIGOZA, 2008; KARANJA et al., 2007).

A mudança dos hábitos alimentares relatados por Karanja et al. (2007) pode ser decorrente da aceleração do ritmo urbano e da maior inserção da mulher no mercado de trabalho, o que ocasiona escassez de tempo para preparar alimentos no domicílio, por isso, é cada vez mais evidente a busca por esse tipo de alimento que, muitas vezes, pode não ser saudável e levar a sérios problemas de saúde.

A Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003) alertou que alimentos com elevados conteúdos de ácidos graxos saturados, ácidos graxos *trans* e sódio, quando consumidos periodicamente podem contribuir para o surgimento de doenças cardiovasculares e/ou outras delas decorrentes. Cercato et al. (2004) complementaram dizendo que alimentos contendo ácidos graxos poliinsaturados e os monoinsaturados, encontrados nos óleos vegetais e nos peixes, entre outros, podem ser benéficos para a saúde humana e prevenir doenças.

A ingestão excessiva de sódio também tem sido destacada pelo fato de poder acarretar diversos problemas de saúde. Entretanto, o sódio presente no sal de cozinha (NaCl), convencionalmente adicionado aos alimentos tem grande

importância para o sabor dos produtos industrializados, especialmente para os cárneos (OLIVEIRA et al., 2013).

São vários os ingredientes adicionados em produtos alimentícios com a intenção de torná-los mais saudáveis. A crescente preocupação por uma alimentação saudável coloca alguns alimentos como proteínas do soro de leite, soja, aveia, gergelim, chia, *psyllium*, quinoa e linhaça (esses dois últimos, com comprovação científica de suas propriedades funcionais) na lista de preferência de um número cada vez maior de consumidores (FREITAS; MORETTI, 2006; GUTKOSKI et al., 2007; BOCK et al., 2012). Óleos como os de semente de linhaça, oliva, soja (YUNES, 2010) e de canola (YOUSSEF; BARBUT, 2011) também vêm sendo adicionados em produtos cárneos visando reduzir a quantidade de gordura animal nas formulações, gerando produtos com perfil de ácidos graxos e teores de colesterol mais adequados, nutricionalmente, em relação aos produtos tradicionais.

3.2 LIPÍDIOS

Os lipídios formam juntamente com os carboidratos e as proteínas, o grupo de compostos mais importante em alimentos e mais freqüentemente encontrado na natureza, tanto em vegetais como em animais. São componentes essenciais para a dieta humana, pois, desempenham diferentes papéis no organismo como, por exemplo, reserva de energia, fonte de fosfolipídios, esteróis e ácidos graxos essenciais, auxiliando no transporte e absorção das vitaminas lipossolúveis, além de conferir sabor e aroma aos alimentos (AUED-PIMENTEL et al., 2003).

Os óleos e gorduras, constituídos de diferentes lipídios são substâncias hidrofóbicas de origem biológica formados predominantemente por moléculas de triacilgliceróis.

O estado físico (em temperatura ambiente) permite diferenciar os óleos e gorduras. O conselho nacional de normas e padrões para alimentos (CNNPA, 1977) define que as gorduras apresentam ponto de fusão a uma temperatura igual ou superior a 20 °C, enquanto que para ser classificado como óleo o seu ponto de fusão deverá se encontrar abaixo dessa temperatura (VISENTAINER; FRANCO, 2006).

Os ácidos graxos (AG), por sua vez, são classificados de acordo com a quantidade de insaturações presentes na cadeia carbônica. Ácidos graxos saturados (AGS) não apresentam insaturações; monoinsaturados (AGMI) quando apresentam apenas uma insaturação e poliinsaturados (AGPI) quando apresentam duas ou mais insaturações (MANDARINO et al., 2005).

Os ácidos graxos saturados são normalmente encontrados na forma sólida (gordura) e em produtos de origem animal. Uma exceção é a gordura do coco, rica em ácidos graxos saturados, apesar de ser um alimento de origem vegetal. Dos AGS, o láurico, o palmítico e o esteárico são tidos como os principais (CURI et al., 2002). Estes e os demais AGS são menos reativos e apresentam ponto de fusão superior em relação aos ácidos graxos insaturados (AGI) de mesmo tamanho de cadeia, motivo pelo qual, os AGI são encontrados na forma líquida, o que lhes permite considerá-los óleos, sendo o oléico, linoléico e linolênico, os principais AG deste grupo (TRINIDADE et al., 2005).

Das diversidades existentes entre AGS e AGI, os efeitos que os mesmos podem causar a saúde humana, é a mais relevante do ponto de vista clínico. Estudos remetem que o consumo excessivo de AGS é prejudicial, enquanto que os AGI, principalmente os AGPI assumem importância significativa pela redução do risco de acometimento por diversas doenças, bem como por auxiliar na manutenção do bem-estar físico e mental das pessoas (TONIAL et al., 2010).

Segundo Mandarino et al. (2005), os AGPI das séries ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6) atuam diretamente no crescimento do indivíduo, formação e desenvolvimento do sistema reprodutor, síntese de hormônios, bem como na prevenção de trombozes e diversas doenças cardiovasculares. Os autores ressaltaram ainda que em quantidades adequadas (2,5 a 5,8 g/dia), os ácidos graxos da série n-6, derivados do ácido linoléico (LA - 18:2n-6) apresentam ação anti-inflamatória e antitrombótica, influenciando na viscosidade sanguínea e na permeabilidade dos vasos sanguíneos.

Apesar dos AGPI da série ômega-3 (n-3) desempenharem importantes funções no desenvolvimento e funcionamento do cérebro e da retina por apresentarem diminuição das taxas de triglicérides e colesterol total no sangue; por participarem da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo (TRINIDADE et al., 2005).

Os AGPI de ambas as séries (n-3 e n-6), não são sintetizados pelas células animais, sendo provenientes somente na dieta, o que torna necessário o seu consumo via alimentação equilibrada em termos lipídicos.

Outro fator que enaltece o ácido α -linolênico (LNA - 18:3n-3) está relacionado com o fato de ser ele o precursor do ácido decosaexaenóico (DHA - 22:6n-3), que participa da formação da bainha de mielina do sistema nervoso central em humanos (TONIAL et al. (2010).

Uma das principais fontes de n-3 de cadeia longa na dieta são os óleos das sementes oleaginosas, particularmente o óleo de linhaça (SOUZA; VISENTAINER, 2006).

Nesse sentido, a oferta de produtos cárneos industrializados com maior teor de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI), especialmente os da série ômega-3 (n-3) pode contribuir para a saúde dos consumidores, podendo prevenir o desenvolvimento de várias doenças, principalmente cardiovasculares.

O fato de ser adicionado gordura animal (toucinho) na formulação de hambúrguer contribui para o aumento do teor de gordura saturada no produto. Isso foi comprovado por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002), que constataram elevado percentual (38,0%) de gordura saturada no toucinho.

Essa constatação implica sugerir que a substituição total ou parcial do toucinho em formulações de hambúrguer pode torná-lo mais saudável devido a redução do teor de gordura saturada do produto.

Para reduzir o conteúdo de ácidos graxos saturados em produtos cárneos, Costa (2004) sugeriu a adição de fibras, o que de acordo com Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002), confere características mais saudáveis ao produto cárneo.

Por outro lado, é importante investigar a influência da redução de gorduras em produtos industrializados, visto que, além da relação entre a ingestão de lipídios e as conseqüências à saúde, os mesmos desempenham importante papel no que diz respeito à qualidade sensorial dos alimentos, principalmente, para o sabor e aroma que os tornam desejáveis ao paladar dos consumidores (SILVA et al., 2007).

3.3 SÓDIO

O sódio é o principal cátion do fluido extracelular e um dos principais minerais do plasma sanguíneo. Entre as funções do sal no organismo humano, a principal consiste na modulação e permuta de líquidos entre os vários órgãos, permitindo uma troca constante e bem regulada dos nutrientes e dos produtos de desgaste entre a célula e o seu meio externo, motivo este que torna o sódio essencial à manutenção da pressão osmótica do sangue, plasma e fluídos (NILSON et al., 2012).

Apesar das conhecidas funções do sódio no organismo humano, vem sendo sugerido pelos órgãos internacionais ligados às questões de saúde pública uma redução do conteúdo de sódio dos alimentos industrializados. Essa preocupação é ancorada pela relação entre o alto teor de sódio e hipertensão arterial, um dos males da sociedade moderna, aliada ao fato de relatos sugerirem que do percentual de sódio decorrente da ingestão de alimentos, 20,0 a 30,0% vem das carnes e derivados cárneos (WIRTH,1991; BUSCH et al., 2013).

Nas últimas décadas, o consumo de sal na maioria dos países tem variado de 9 a 12 g diariamente por pessoa. Em contraste, a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2003) recomenda uma ingestão diária para adultos não hipertensos de no máximo 5 g de sal (equivalentes a 2.000 mg de sódio), sendo sugerido para aqueles acometidos de hipertensão somente 1 g de sódio por dia. Para crianças e adolescentes o consumo de baixas concentrações de sódio pode representar melhoria da saúde cardíaca na vida adulta (COXSON et al., 2013).

A necessidade de controle da ingestão de sódio durante a gestação foi evidenciada por Nicolaidis (2008), visto que o excesso do mineral nesse período pode implicar na maior preferência por sódio na fase adulta. Além disso, a literatura apontou uma forte relação entre o consumo excessivo de sódio e o desenvolvimento de doenças crônicas, desde a hipertensão arterial e doenças cardiovasculares até o câncer de estômago, doenças renais e osteoporose (CAMPBELL et al., 2011).

Mesmo diante das evidências dos males à saúde, decorrentes da ingestão excessiva de sódio, muitas vezes, a indústria alimentícia aumenta o teor de sódio nos alimentos com o intuito de substituir o sabor perdido pela redução do teor de gordura e estender a vida de prateleira do alimento processado ou mesmo, para

mascarar a qualidade inicial da matéria-prima (NILSON et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013).

3.4 DOENÇAS PROVENIENTES DE DIETA RICA EM GORDURAS SATURADAS E COM EXCESSO DE SÓDIO

De acordo com Giuntini et al. (2006), uma alimentação baseada em alimentos ricos em gorduras, açúcares e sódio, e pobre em vitaminas, sais minerais, proteínas e fibras pode contribuir para o desenvolvimento de diversos tipos de doenças.

No entanto, para a manutenção das funções vitais do organismo humano recomenda-se uma dieta diária que possa fornecer 2.000 quilocalorias (Kcal), conseguidas somente com a ingestão dos macronutrientes: proteínas, carboidratos e lipídios, conhecidos como nutrientes energéticos por fornecerem energia de 4 kcal/g, 4 kcal/g e 9 kcal/g, respectivamente. Assim, uma dieta mais indicada é aquela equilibrada, ou seja, com ingestão de alimentos ricos em proteínas, fibras e micronutrientes (sais minerais e vitaminas), com teores reduzidos de sódio e também macronutrientes na quantidade suficiente para a manutenção das funções vitais, acompanhada de exercícios físicos e hábitos de vida saudáveis (GIUNTINI et al., 2006).

Dentre as doenças provenientes de consumo excessivo de alimentos com elevados teores de gorduras saturadas e sódio citam-se: hipertensão (aumento da pressão arterial), obesidade (excesso de peso) e dislipidemia (excesso de gordura no sangue) (COXSON et al., 2013).

Freitas et al. (2001) relataram que a hipertensão arterial, doença considerada um problema de saúde pública por sua magnitude, risco e dificuldades de controle, bem como por ser reconhecida como um dos mais importantes fatores de risco para o desenvolvimento de acidente vascular cerebral e infarto do miocárdio, está, muitas vezes, associada ao elevado consumo de sódio e ao excesso de peso, com prevalência de em indivíduos com histórico de hipertensão na família, seguidos de portadores de diabetes.

Sichieri et al. (2000), quando fizeram uma abordagem teórica sobre recomendações de alimentação saudável para a população brasileira, concluíram que “[...] comer pouco sal” é uma das mensagens principais para a saúde das pessoas. Phillips (2003), com trabalho intitulado ‘*Dont’s pass the salt*’, ressaltou a importância para a saúde de não exagerar no conteúdo de sal (NaCl).

Slobodan e Vesna (2011) relataram que onze países da União Européia entraram para o programa de redução de sal (NaCl). Não obstante, Segundo Nilson et al. (2012), a redução do consumo de sódio pela população brasileira de 4.700 mg para menos de 2.000 mg/pessoa/dia, assume posição de destaque dentro da agenda da saúde no país, mediante diminuição do sódio presente nos alimentos industrializados, o que tem incentivado a comunidade científica desenvolver pesquisas que visem a redução de sódio em diferentes produtos alimentícios.

Coxson et al. (2013), sob três diferentes premissas de modelagem computacional corroboraram, recentemente, com resultados que demonstraram os efeitos benéficos da diminuição do consumo de sódio para a redução dos níveis de mortalidade em decorrência de hipertensão. No mesmo sentido, Busch et al. (2013) contribuíram com uma revisão sobre a percepção da redução de sódio na dieta dos consumidores de alimentos industrializados, os quais, na sua grande maioria, apresentam elevados teores de cloreto de sódio.

Essa preocupação com o excesso de sódio na dieta tem levado pesquisadores do mundo todo a unir esforços no sentido de oferecer alimentos com teor reduzido desse constituinte. Uma opção crescente para a substituição de cloreto de sódio (NaCl) em produtos alimentícios é a sua permuta por outros tipos de sais, com destaque para o cloreto de potássio (KCl).

Dentre os experimentos que visaram a redução de NaCl substituindo parte desse constituinte por KCl, os realizados por Paulino et al. (2006), Nascimento et al. (2007) e Ciriano et al. (2013) apresentaram resultados relevantes do ponto de vista tecnológico, tendo contribuído para o aumento do rendimento dos produtos após cozimento.

Assim como a hipertensão, a obesidade também é tida como um problema de saúde pública e representa o problema nutricional de maior ascensão entre a população nos últimos anos, sendo considerada uma epidemia mundial, presente tanto em países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento (MARIATH et al., 2007).

Esta preocupação tem contribuído para o maior investimento por parte do Poder Público em programas que objetivam orientar e estimular a população a buscar uma alimentação mais saudável. Francisci et al. (2000) comprovaram e concluíram que a ingestão de alimentos com altos teores de gorduras saturadas é a principal causa do aumento de peso corporal, desencadeando a obesidade.

Segundo Mattes (1998), o aumento de colesterol na corrente sanguínea pode ocasionar entupimento de veias e artérias, causando o infarto e o derrame. O colesterol, de acordo com o mesmo autor, provém de duas fontes: endógeno (sintetizado pelo próprio organismo) e exógeno (proveniente de dieta rica em produtos de origem animal). Assim, o consumo excessivo de leites, carnes e seus derivados pode elevar os níveis de colesterol no sangue. Este fato é decorrente da composição lipídica dos produtos de origem animal, os quais apresentam teores consideráveis de ácidos graxos saturados, geralmente apontados como vilões por ocasionarem maior aumento dos níveis de colesterol na corrente sanguínea, quando comparados com os ácidos graxos poliinsaturados.

Akoh (1998) corroborou com tal afirmação quando sugeriu que o consumo de altas quantidades de gorduras saturadas aumenta o risco de obesidade, podendo ocasionar ainda alguns tipos de câncer e doenças coronarianas.

No sentido de reduzir o teor de gorduras saturadas em queijos, Pinheiro e Penna (2004) sugeriram o uso de proteínas do soro de leite, hidrocoloides (gomas) e poliésteres de sacarose (gorduras sintéticas), enquanto que Oliveira et al. (2013) a utilização de derivados de linhaça para substituir parcialmente a gordura animal em derivados cárneos, visando melhorar a qualidade nutricional dos mesmos.

O aumento das contribuições científicas que tratam da redução parcial ou total de gordura saturada em diversos alimentos demonstrado na literatura é prova de que tais substituições podem contribuir para a melhor saúde do consumidor.

Nesse contexto, o consumidor tem cada vez mais buscado uma dieta saudável (SOUZA et al., 2011), aquela que possa promover redução do risco de diversas doenças e a manutenção do bem-estar físico e mental, baseada na ingestão de alimentos que apresentam uma maior quantidade de ácidos graxos insaturados em relação aos saturados, fonte ou ricos em fibras e com teor reduzido de sódio.

Em decorrência da atual demanda por produtos saudáveis, as comunidades, industrial e científica têm buscado alternativas adaptadas a essas condições.

3.5 SUBSTITUTOS DE GORDURA ANIMAL EM DERIVADOS CÁRNEOS

A industrialização da carne nobre gera grandes quantidades de cortes considerados menos nobres, os quais são atualmente aproveitados para o processamento de produtos cárneos industrializados. A diversificação da oferta de produtos cárneos industrializados inclui uma grande variedade de alimentos, tais como hambúrgueres, almôndegas, empanados, linguiças, mortadelas e salames, entre outros.

Na atualidade, especial atenção tem sido dada pelas indústrias alimentícias para o desenvolvimento de novos alimentos que apresentem menor tempo de preparo, preço acessível, sabor agradável, boa qualidade e também com menor teor de gordura saturada (COSTA, 2004).

Em se tratando de produtos cárneos com enfoque de saudabilidade, Jiménez-Colmenero et al., (2001) afirmaram que três tipos de processos são geralmente utilizados, os quais estão associados com a produção animal, manipulação da carne como matéria-prima e a reformulação dos derivados à base de carne.

Em razão da gordura de origem animal estar relacionada a diversas doenças crônicas, pesquisadores têm somado esforços no sentido de estudar ingredientes que possam atuar como substitutos desse tipo de gordura em alimentos cárneos (SANTOS JÚNIOR et al., 2009). Bourscheid (2009) ressaltaram que são três categorias de produtos que podem ser utilizadas como substitutos de gordura: proteínas não cárneas (proteína de soja e proteínas do leite); carboidratos bases (carragena, amidos, féculas e fibras), e misturas de ingredientes (junção de vários ingredientes que atuam na redução de gorduras); estes são rotineiramente empregados pela indústria de embutidos cárneos, principalmente, por sua capacidade de formar géis aquosos, conferindo consistência ao produto final e melhorando a textura.

A Associação Americana de Dietética (ADA, 2005), indica que o substituto de gordura ideal deve ser um composto seguro, que apresente todas as propriedades tecnológicas da gordura (melhor sabor e textura dos alimentos), mas com baixo teor calórico, porém, esse composto não existe, embora estejam disponíveis no mercado diversos produtos com algumas dessas propriedades e que,

em correta combinação e proporção, permitem o desenvolvimento de grande número de produtos alimentícios.

Dentre as fibras utilizadas como ingredientes em alimentos cárneos industrializados, as adições de carragena, fibra solúvel de aveia (β -glucana), farelo de aveia, fécula de mandioca, fibra de soja, fibra de ervilha, goma, farelo e farinha de linhaça (ANDERSON; BERRY, 2001; SEABRA et al., 2002; QUEIROZ et al., 2005; MARQUES, 2007; PIÑERO et al., 2008; MONEGO, 2009; CIRIANO et al., 2013) foram ressaltadas como alternativas para um produto mais saudável.

Dos produtos cárneos industrializados, nos quais tem sido estudada a influência da adição de fibras e outros ingredientes visando a diminuição do teor de gordura animal, o hambúrguer tem recebido merecida atenção, o que pode ser comprovada pelas patentes deste produto ou similares, visando proporcionar características mais saudáveis a esse alimento.

Com o objetivo de oferecer ao mercado hambúrgueres mais saudáveis ou com características funcionais, algumas patentes foram depositadas. A exemplo delas: massa cárnea com adição de fécula de mandioca e proteínas lácteas, e vegetais para elaboração de vários produtos cárneos, entre os quais, o hambúrguer (SOUZA, 2004); massa cárnea para hambúrguer adicionada de chá verde e óleo de gergelim (JEONG, 2008); formulação de hambúrguer bovino adicionado de ácido graxo ômega-3 (GOMES, 2010); formulação de carne vegetal para hambúrguer contendo gordura vegetal (livre de ácidos graxos *trans*) e *Okara* (resíduo da produção de leite de soja) (MORETTI, 2010); hambúrguer de palmito com adição de isolado protéico de soja e gordura vegetal (FANTINI, 2011) e hambúrguer de vegetais recheado, congelado e adicionado de farinha de arroz e proteína de soja (XIAOGONG et al., 2011).

3.6 ALTERNATIVAS PARA HAMBÚRGUER MAIS SAUDÁVEL

De acordo com a legislação brasileira, hambúrguer é um “produto cárneo industrializado, obtido de carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico

adequado. Trata-se de produto cru, cozido, frito, congelado ou resfriado, conforme a sua classificação” (BRASIL, 2000).

Segundo Jiménez-Colmenero (2000), produtos cárneos convencionais do tipo *fast food*, como é o caso do hambúrguer, possuem baixos níveis de lipídios insaturados e alto conteúdo de gorduras saturadas, as quais podem levar a diversas doenças, principalmente, cardiovasculares. Motivo este que tem levado o consumidor ver no produto, um risco potencial à sua saúde.

3.6.1 Redução de gordura animal

Várias alternativas vêm sendo testadas e utilizadas para substituir a gordura animal em hambúrgueres. Inglett (1996) verificou que um preparado contendo casca de aveia, casca de arroz, vagem de soja, ervilhas e farelo de trigo ou milho, conhecido comercialmente como Z-TRIM, forneceu ao hambúrguer uma textura macia.

Ao estudarem a influência da adição de fécula de mandioca e farinha de aveia em hambúrguer de carne ovina, Seabra et al. (2002) obtiveram resultados revelando que o produto formulado com 2,0% de fécula de mandioca, assim como aquele adicionado de 2,0% de farinha de aveia apresentaram menor teor de gordura, antes e depois de cozidos, menor encolhimento, maior rendimento e capacidade de retenção de água, porém, apresentaram problemas sensoriais com relação a suculência, maciez e textura. Os resultados dessa pesquisa já indicavam o grande desafio tecnológico da adição de fibras em produtos cárneos, uma vez que, nesse caso, há tendência de o produto apresentar textura firme, exigindo maior esforço durante a mastigação.

Costa (2004) afirmou que a utilização de uma mistura de farelo e fibra de aveia com condimentos em hambúrguer com 10,0% de gordura proporcionou rendimento superior (15,0%) após o cozimento em comparação ao observado para o controle (20,0% de gordura). O estudo obteve resultados que demonstraram que o farelo e a fibra de aveia apresentam boa capacidade de retenção de água e podem imitar a cor e a textura da gordura. A autora relatou ainda que produtos à base de proteína de soja (farinha de soja, concentrado protéico de soja e proteína de soja)

são também comumente utilizados como extensores ou ligantes em produtos cárneos, tais como hambúrgueres.

A importância da redução de gorduras foi exaltada por Hadorn et al. (2008), ao estudarem a variação dos percentuais de gorduras em salsichas, salame, *bacon* e hambúrguer, pois, constataram resultados insignificantes nas propriedades tecnológicas desses produtos. Os resultados sensoriais obtidos por Dias et al. (2009) para um produto “tipo” hambúrguer, substituindo a carne bovina por soja, enriquecido com linhaça e quinoa não foram satisfatórios. Uma justificativa para a baixa aceitação desse hambúrguer pode estar relacionada ao fato de os provadores esperarem sabor de carne no produto, que geralmente é associado a esse tipo de alimento.

Em estudo realizado por García et al. (2009) foi constatado que a adição de casca de tomate seco em hambúrguer pode ser útil para obtenção de um novo produto enriquecido com licopeno (4,9 mg/100 g), além de proporcionar uma utilização para este subproduto da indústria do tomate.

Santos Júnior et al. (2009) também obtiveram resultados favoráveis com relação à redução dos teores de gordura em formulações de hambúrguer de carne ovina por meio da suplementação de farinha de aveia, tendo sido observada maior aceitação sensorial na formulação adicionada de 4,0% da fibra. Embora, Bourscheid (2009) não tenha verificado redução significativa do teor de gordura em hambúrgueres adicionados de fécula de mandioca e proteína texturizada de soja, constatou menor percentual de encolhimento e maior percentual de rendimento para essas formulações após cocção, fatores economicamente esperados pela indústria cárnea.

Diferentemente dos resultados obtidos por Dias et al. (2009), a avaliação sensorial de hambúrgueres de proteína texturizada de soja e atum revelou grande aceitação do produto, reforçando o potencial de alimentos à base de soja, quando combinados com outras matérias-primas (ALBUQUERQUE et al., 2009). Nesse caso, a boa aceitação do produto pode ser em função do sabor diferenciado proveniente da adição de atum, o qual pode ter contribuído para mascarar o sabor e o aroma da soja.

Galán et al. (2010) testaram como alternativa para um hambúrguer mais saudável a adição de ácido fólico em diferentes concentrações (0,6, 1,2 e 2,4 mg/100 g). Os autores obtiveram resultados que permitiram concluir que a

adição de ácido fólico nas diferentes concentrações não interferiu sobre a cor e a textura, atributos estes importantes para a qualidade sensorial do produto.

Resultados também satisfatórios foram verificados por Almeida (2011), que concluiu que a adição de diferentes níveis de farinha de aveia em hambúrguer de carne caprina não interferiu na capacidade de retenção de água do mesmo, tendo sido comprovado, estatisticamente, que com uma concentração de 4,0% de farinha de aveia ocorreu menor perda de peso por cozimento (18,4%) em relação ao grupo controle, o mesmo ocorreu com os teores de lipídios, uma vez que ficou comprovado que a adição de farinha de aveia contribuiu para a redução de gordura dos hambúrgueres adicionados dessa fonte de fibras.

Youssef e Barbut (2011) obtiveram bons resultados de textura e rendimento em hambúrgueres com a substituição de gordura animal por óleo vegetal (canola), enquanto que Bernardino Filho et al. (2012) verificaram um percentual de gorduras totais na ordem de 2,41% em hambúrgueres contendo 50,0% de inulina (fibra dietética solúvel extraída comercialmente da raiz da chicória) e 50,0% de toucinho. Esse resultado mostrou-se semelhante aos encontrados por Marques (2007), que estudou o efeito da adição de 12,25% de farinha de aveia como substituto de gordura saturada em hambúrguer de carne bovina, encontrando 2,45% de gordura nos produtos crus.

Em estudo recente (MARTINEZ et al., 2012) foi observado que a adição de uma mistura de óleos de oliva, milho e de peixe em carne para hambúrguer implicou em resultados que se caracterizaram alternativa viável para a redução do teor de lipídios totais e a incorporação de ácidos graxos poliinsaturados (ômega-3 e 6), além de ter sido evidenciada boa aceitação das formulações desenvolvidas durante a avaliação sensorial das mesmas.

Segundo Muhlisin et al. (2013), além de propriedades antioxidantes, o alecrim pode atuar no organismo como agente anti-inflamatório e ajudar na prevenção e no tratamento de problemas do sistema digestivo, bem como melhorar os sintomas de constipações intestinais. Por isso, os pesquisadores desenvolveram formulações de hambúrgueres adicionados de extrato de alecrim, lactato de cálcio e lactato de sódio, aditivos estes que contribuíram para os resultados satisfatórios encontrados, aumentando a vida de prateleira do produto.

3.6.2 Redução de sódio

A adição de sal (NaCl) em derivados cárneos se dá devido o sódio (Na) conferir maior estabilidade química e microbiológica, e por isso, aumentar o tempo de conservação dos produtos, além de exercer papel fundamental para o sabor (ORVALHO, 2010). No entanto, considerando os efeitos negativos do consumo excessivo de sódio à saúde, é importante que a indústria cárnea adote procedimentos que visem a redução do conteúdo de Na nos produtos. Também se torna sensato o investimento em pesquisas que objetivem avaliar o efeito da substituição parcial desse constituinte por outros tipos de sais e sua influência na estabilidade e vida de prateleira dos produtos processados.

Embora a literatura acumule trabalhos sobre a substituição parcial ou total de gordura saturada em diferentes produtos cárneos, inclusive em hambúrguer, não se encontrou na literatura consultada publicação científica que verificasse a influência da redução parcial de cloreto de sódio por outro tipo de sal em hambúrguer.

Por outro lado, apesar de não terem estudado a influência da redução do conteúdo de sódio nas características dos hambúrgueres desenvolvidos, López-López et al. (2010) demonstraram preocupação em tornar o produto mais saudável, acrescentando nas formulações somente 0,5% de cloreto de sódio, quando normalmente se acrescenta 2,0%.

Enquanto faltam trabalhos sobre a substituição de NaCl por outros tipos de sal em hambúrguer, é ampla a gama de investigações sobre o efeito da substituição deste tipo de sal em outros diferentes produtos cárneos.

Entre os estudos realizados para investigar o efeito da substituição parcial de sódio em produtos cárneos, Frye et al. (1986) verificaram que em presuntos cozidos, 50,0% do cloreto de sódio (NaCl) pôde ser substituído por cloreto de potássio (KCl) sem qualquer efeito sobre suas propriedades sensoriais. Em salame tipo hamburguês, Barbosa (2009) verificou que a substituição de 45,0 a 55,0% de NaCl por KCl ou $MgCl_2$ melhorou o sabor, aroma e cor do produto, além de ter proporcionado melhorias nutricionais.

Gou et al. (1995) não verificaram diferença na textura de salsichas fermentadas com substituição de 30,0% do NaCl por KCl, porém, a aceitação do

produto foi prejudicada pelo residual amargo no sabor dos produtos. Os pesquisadores também observaram que a substituição de 40,0% do NaCl por KCl e lactato de potássio em carne seca não levou a características de sabor indesejáveis.

De acordo com Ruusunen et al. (2005), para embutido fermentado é imprescindível a adição de no mínimo 2,0% de NaCl ou misturas de sais para promover a diminuição da atividade de água e fornecer estabilidade microbiológica ao produto, uma vez que o sódio tem a propriedade de extrair a água do produto.

Romans et al. (1994) relataram que a carne é relativamente pobre em sódio, contendo apenas de 50,0 a 90,0 mg de sódio por 100 g. No entanto, segundo Jiménez-Colmenero et al. (2001), o teor de sódio em derivados cárneos é elevado devido a adição de altas concentrações de cloreto de sódio (NaCl) nesses produtos.

Os percentuais de cloreto de sódio (NaCl) adicionados em produtos cárneos processados pode variar de 2,0% para produtos tratados por calor durante o processamento (salsicha) ou que serão submetidos a processo de fritura (hambúrguer) até 6,0% em produtos desidratados (salame) (TARTÉ, 2009).

Diante do exposto, apesar dos efeitos negativos do consumo excessivo de sódio, o mesmo exerce grande importância para a aceitação sensorial do produto, bem como para a sua maior conservação e vida útil.

3.6.2.1 Implicações sensoriais da redução de sódio

O NaCl (sal comum refinado) é um importante ingrediente utilizado pela indústria cárnea e tem grande influência na qualidade sensorial dos produtos. Além de conferir salinidade tem propriedade de intensificar o sabor (ORVALHO, 2010).

Segundo Ressurreccion (2003) e Orvalho (2010), níveis de NaCl inferiores a 1,35% pode implicar na baixa aceitação sensorial do produto cárneo. As alterações sensoriais são decorrentes da redução do teor de sódio, porém, podem ser menos perceptíveis dependendo do substituto utilizado. Segundo Ruusunen et al. (2005) e Desmond (2006), o cloreto de potássio (KCl), por exemplo, apesar de apresentar características tecnológicas similares ao NaCl, em concentrações elevadas pode propiciar sabor amargo e metálico ao produto (RUUSUNEN et al. 2005; DESMOND, 2006).

Por esses motivos, torna-se relevante a investigação da influência do uso de diferentes concentrações de outros tipos de sais na aceitação de produtos cárneos, acompanhada de alternativas para evitar ou reduzir as alterações indesejáveis no sabor dos mesmos.

3.6.2.2 Implicações da redução de sódio na conservação do produto

A redução no conteúdo de sódio em produtos alimentares, especialmente nos industrializados pode afetar a estabilidade microbiológica e promover o encurtamento da sua vida útil. O sódio, na forma de NaCl, como geralmente é empregado, promove a redução da atividade de água (A_w) nos produtos, o que inibe a multiplicação de microrganismos deteriorantes e patogênicos (DESMOND, 2006). De acordo com Mataragas et al. (2007), reduzir drasticamente o conteúdo de sódio sem adicionar ingredientes com propriedade equivalente contribui para o menor período de validade do produto, decorrente de alterações deteriorativas provocadas por ação de diversos microrganismos.

3.6.2.3 Implicações tecnológicas da redução de sódio

Assim como outros produtos alimentícios de sabor salgado, as características sensoriais do hambúrguer ou qualquer outro produto cárneo também podem ser afetadas pela redução do teor de cloreto de sódio.

Além disso, a retirada total ou parcial deste ingrediente na formulação do hambúrguer pode acarretar diminuição da suculência e do rendimento do produto após a cocção (FEINER, 2006; FERNANDES, 2009). Estas alterações decorrentes da redução de NaCl, ocorrem porque o sódio auxilia na solubilização das proteínas miofibrilares da carne, aumentando a capacidade de ligação com a água e gordura e melhorando a textura final. Por outro lado, dependendo do substituto utilizado, as implicações tecnológicas podem ser atenuadas (SMITH; SHUM, 2003).

3.6.3 Adição de linhaça: incorporação de ácidos graxos poliinsaturados

As gorduras insaturadas apresentam-se nas formas monoinsaturada (ácidos graxos monoinsaturados – AGMI) ou poliinsaturada (ácidos graxos poliinsaturados – AGPI). Segundo Youdin et al. (2000) *apud* Martin et al. (2006), os AGPI abrangem as séries de ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, estando presentes, principalmente, em cereais e leguminosas, tais como aveia, ervilha, soja, amêndoa, castanha-do-pará, canola e semente de linhaça.

Os AGPI possuem funções essenciais para manter, sob condições normais, as membranas celulares, a transmissão de impulsos nervosos, as funções cerebrais, a transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, a divisão celular e a síntese de hemoglobina. São denominados essenciais, pois não podem ser sintetizados pelo organismo humano (TONIAL et al., 2010).

A semente de linhaça, que contém de 30,0 a 40,0% de gordura, de 20,0 a 25,0% de proteína e de 20,0 a 28,0% de fibra em sua composição. A linhaça tem sido atualmente muito consumida em virtude das suas propriedades benéficas, sendo considerada, dentre os vegetais, a principal fonte de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente ômega-3, constituindo cerca de 50,0% do total de gordura encontrado na semente. Além de suas funções nutricionais básicas, a semente de linhaça produz efeitos metabólicos e fisiológicos benéficos à saúde, porque apresenta rico conteúdo de ácidos graxos α -linolênico (LNA – 18:3n-3) e linoléico (LA – 18:2n-6), precursores de outros ácidos graxos das séries ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6), respectivamente, o que permite considerá-la um alimento saudável (ROLIM, 2007).

Os AGPI n-6 e n-3 devem ser muito bem diferenciados, pois são metabolicamente diferentes e possuem funções fisiológicas opostas. Desse modo, o equilíbrio nutricional é importante para se conseguir a homeostasia e o desenvolvimento normal do organismo. Um balanço adequado na proporção de n-6:n-3 na dieta é essencial para o metabolismo do organismo humano, podendo levar à prevenção de doenças cardiovasculares e crônicas degenerativas, e também a uma melhor saúde mental (NOVELLO et al., 2008). Devido

Além disso, a semente de linhaça também é rica em compostos fenólicos, que agem como antioxidantes, e ligninas, substâncias com estrutura química muito

semelhante ao estrogênio, exercendo atividade semelhante à desse hormônio. Em função de tal característica, a semente de linhaça costuma ser utilizada para minimizar os sintomas da menopausa, período em que os níveis de estrogênio são naturalmente diminuídos.

A proteína presente na linhaça é semelhante à da soja, caracterizando-a como uma proteína completa. Já as fibras alimentares encontradas na semente de linhaça apresentam boa proporção entre fibra solúvel e insolúvel, auxiliando, portanto, na diminuição do colesterol e melhorando o funcionamento do intestino (ROLIM, 2007).

Molena-Fernandes et al. (2010) ao estudarem o efeito dos tipos de sementes de linhaça existentes (marrom e dourada) sobre o perfil lipídico de ratos, verificaram maior conteúdo de AGPI para a linhaça dourada, dos quais 82,35% eram ácidos graxos da série ômega-3 (n-3), enquanto que da porção de AGPI encontrada na linhaça marrom 78,26% eram da mesma família de ácidos graxos (n-3). Motivo pelo qual, optou-se nessa pesquisa pela utilização de semente de linhaça dourada visando uma maior suplementação de ômega-3.

Esses, entre outros fatores têm contribuído para o avanço de pesquisas e utilização de semente de linhaça como ingrediente de diferentes produtos alimentícios, porém, embora já conhecidos os benefícios da ingestão desse vegetal para a saúde do consumidor ainda são poucos os estudos que visaram a aplicação de linhaça em hambúrgueres. Prova disso, na literatura consultada, a aplicação de linhaça em hambúrguer se resumiu a estudos desenvolvidos por Bilek e Turhan (2009), Pereira e Feihmann (2009) e Novello e Pollonio, estes últimos com trabalhos publicados em 2012 e 2013.

Nesse contexto, a adição de farinha de linhaça dourada como substituto de gordura animal, fonte de fibras e ácidos graxos insaturados em hambúrguer de carne bovina, bem como a redução do seu conteúdo de sódio, podem se caracterizar alternativas para um produto cárneo mais saudável.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 OBTENÇÃO DOS INGREDIENTES

A farinha de semente de linhaça dourada foi obtida por trituração da semente seca em processador industrial de alimentos. Este processo foi realizado minutos antes do desenvolvimento das formulações, no intuito de preservar a farinha quanto à oxidação lipídica.

O sal *light*, utilizado nas formulações era constituído, segundo o fabricante, de 66,0 % de cloreto de potássio em substituição ao cloreto de sódio, antiemectante fosfato tricálcico e iodato de potássio.

A semente de linhaça e o sal *light* foram adquiridos em comércio de produtos naturais e a carne bovina e o toucinho em supermercado, ambos os estabelecimentos comerciais localizados no município de Francisco Beltrão/PR.

Os demais ingredientes foram cedidos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Francisco Beltrão.

4.2 FORMULAÇÃO DOS HAMBÚRGUERES

Os hambúrgueres foram preparados segundo indicado por Terra (1998) com algumas modificações.

A carne utilizada foi proveniente de paleta bovina que, após a retirada do tecido conjuntivo aparente, foi moída em disco de 8 mm e o toucinho em disco de 5 mm, ambos, reservados em recipientes distintos. À carne (moída) foram adicionados primeiramente a água e o sal para a extração das proteínas miofibrilares.

Após conveniente mistura, os demais ingredientes (proteína texturizada de soja; pimenta branca moída; alho e cebola em pó; glutamato monossódico e eritorbato de sódio) foram adicionados à massa cárnea um a um nas proporções demonstradas na Tabela 1, com exceção da farinha de semente de linhaça, da gordura e do tipo de sal.

Tabela 1 - Ingredientes não variáveis nas formulações dos hambúrgueres.

Ingredientes	Formulação (%)
Carne bovina	74,97
Água	8,50
Proteína texturizada de soja	4,00
Pimenta branca moída	0,04
Cebola em pó	0,09
Alho em pó	0,09
Glutamato monossódico	0,22
Eritorbato de sódio	0,09
Total	88,0

A massa cárnea foi dividida em 6 (seis) porções, às quais foram adicionados o toucinho, a farinha de linhaça e o sal (*light* ou convencional) em diferentes concentrações, originando os tratamentos apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Ingredientes variáveis nas formulações dos hambúrgueres.

Formulações	Farinha de linhaça (%)	Toucinho (%)	Tipo de Sal (%)	Total (%)
F1	0,00	10,0	2,0*	12,0
F2	0,00	10,0	2,0**	12,0
F3	5,00	5,00	2,0*	12,0
F4	5,00	5,00	2,0**	12,0
F5	10,0	0,00	2,0*	12,0
F6	10,0	0,00	2,0**	12,0

* Sal comum (99,0% de cloreto de sódio). **Sal *light* (66,0 % de cloreto de potássio em substituição ao cloreto de sódio). F1: Controle.

Após a homogeneização dos ingredientes de cada formulação, a massa cárnea foi submetida à prensagem e moldagem em hamburgueira manual de 11 cm de diâmetro, obtendo-se hambúrgueres com peso líquido aproximado de 80 g cada, os quais foram adequadamente embalados.

Parte dos hambúrgueres foi destinada para realização das análises microbiológicas e o restante foi congelado a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o momento da realização das demais análises.

4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

4.3.1 Composição proximal

As amostras de hambúrgueres foram analisadas quanto ao teor de umidade, cinzas e proteínas de acordo com técnicas da AOAC (1997). Os lipídios totais extraídos segundo método proposto por Bligh e Dyer (1959). O teor de carboidratos foi obtido por diferença entre 100,0 % e a soma dos percentuais de umidade, cinzas, proteínas e lipídios totais conforme descrito no manual do Instituto Adolfo Lutz (2008), demonstrado pela equação 1:

$$\text{CAR} = 100 - (\text{U} + \text{P} + \text{C} + \text{LT}) \quad (1)$$

Onde:

CAR = Percentual de Carboidratos

U = Percentual de Umidade

P = Percentual de Proteína

C = Percentual de Cinzas

LT = Percentual de Lipídios Totais

4.3.2 Valor calórico

O valor calórico foi obtido pela somatória dos teores de carboidratos e proteínas, multiplicados por quatro, e de lipídios, multiplicados por nove, de acordo com os coeficientes de Atwater (TAGLE, 1981), conforme equação 2:

$$\text{VC (Kcal/100 g)} = (\text{PT} \times 4) + (\text{CAR} \times 4) + (\text{LT} \times 9) \quad (2)$$

Onde:

VC = Valor Calórico em quilocalorias por 100 gramas

PT = Percentual de Proteína Total

CAR = Percentual de Carboidratos

LT = Percentual de Lipídios Totais

4.3.3 Extrato seco total

O teor de extrato seco total foi obtido pela soma dos percentuais de cinzas, proteína, lipídios e carboidratos (KINDSTED e MISTRY, 1997), conforme equação 3.

$$\mathbf{EST = C + PT + LT + CAR \quad (3)}$$

Onde:

EST = Teor de Extrato Seco Total em %

C = Percentual de Cinzas

PT = Percentual de Proteína Total

LT = Percentual de Lipídios Totais

CAR = Percentual de Carboidratos

4.3.4 Gordura no extrato seco

A determinação do teor de gordura no extrato seco foi realizada de modo indireto, por meio da razão entre o teor de lipídios totais e o teor de extrato seco total do hambúrguer conforme Pereira et al. (2001) demonstrado na equação 4:

$$\mathbf{GES = G / ES \times 100 \quad (4)}$$

Onde:

GES = Teor de Gordura no Extrato Seco em % (m/m)

LT = Percentual de Lipídios Totais da amostra

EST = Teor de Extrato Seco Total da amostra em % (m/m)

4.3.5 Teor de sódio

O conteúdo de sódio do sal *light* foi determinado em Fotômetro de chama da marca *Analyser*, modelo 910M. O equipamento foi calibrado com soluções padrão de cloreto de sódio a 99,5% (*Vetec*) nas concentrações de 100 mg/L, 50 mg/L, 20 mg/L, 10 mg/L e 5 mg/L.

4.3.6 Transesterificação lipídica

Os lipídios totais foram submetidos ao processo de transesterificação para a preparação dos ésteres metílicos de ácidos graxos, conforme método 5509 da ISO (1978). Foram pesados aproximadamente 0,2 g de óleo em um tubo com tampa rosqueável, adicionados 2,0 mL de n-heptano e agitado. Em seguida foram adicionados 2 mL de hidróxido de potássio em metanol (2,0 mol/L) e agitado por 20 segundos. Após separação das fases, o sobrenadante foi coletado para posterior análise em cromatógrafo gasoso.

4.3.7 Análise cromatográfica dos ésteres metílicos de ácidos graxos

Os ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG) foram analisados em um cromatógrafo gasoso modelo 431-GC da marca Varian, equipado com coluna capilar de sílica fundida VF-5 ms (30m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 μm de Carbowax 20 M) e detector de massa modelo 210-MS da mesma marca. Foram programadas temperaturas de coluna a 80 °C/min, 100 °C e 250 °C. O fluxo de gás (He) foi de 1,0 mL min⁻¹. A razão de divisão da amostra (*split*) foi de 1:50.

As injeções foram realizadas em duplicatas e o volume de injeção foi de 5 μL e a identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada por comparação com os espectros de massa da biblioteca do *software* do equipamento e por comparação do tempo de retenção dos constituintes da amostra com padrões

Sigma (EUA). Os dados foram calculados como percentual de área normalizada dos ácidos graxos totais.

4.4 COCÇÃO DOS HAMBÚRGUERES

O processo de cocção foi realizado nas amostras que seriam utilizadas tanto para avaliação sensorial quanto para as análises das características físicas após a cocção.

Os hambúrgueres foram submetidos ao cozimento no estado congelado por meio de grelhamento em chapa elétrica (*George Foreman, Lean Mean Fat Reducing Grilling Machine*®, USA), aquecida a 200 °C.

A temperatura interna do hambúrguer foi medida usando termômetro digital B 345 (Micronal®, Brasil) até que atingisse 75 °C no centro do produto (ARISSETO; POLLONIO, 2005).

4.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS APÓS COCÇÃO

O rendimento de cocção, retenção de água, retenção de gordura e encolhimento foram determinados de acordo com metodologias descritas por Seabra et al. (2002), Marques (2007) e Piñero et al. (2008), respectivamente.

As equações 5, 6, 7 e 8 foram utilizadas para a determinação das características dos hambúrgueres após o cozimento.

$$R = (AG \times 100) / AC \quad (5)$$

$$E = [(D \text{ de } AC - D \text{ de } AG) \times 100] / D \text{ de } AC \quad (6)$$

$$RA = [(AG \times U \text{ de } AG) \times 100] / AC \times U \text{ de } AC \quad (7)$$

$$RG = [(AG \times LT \text{ de } AG) \times 100] / AC \times LT \text{ de } AC \quad (8)$$

Onde:

R = Percentual de Rendimento

E = Percentual de Encolhimento

RA = Percentual de Retenção de Água

RG = Percentual de Retenção de Gordura

U = Percentual de Umidade

AG = Peso em gramas da Amostra Grelhada

AC = Peso em gramas da Amostra Crua

D = Diâmetro da amostra

4.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001) estabelece valores máximos para Coliformes a 45°C, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Clostridium* sulfito redutor a 46 °C, bem como ausência de *Salmonella* spp. em hambúrguer. Para a realização dessas análises seguiu-se os procedimentos analíticos para análises microbiológicas de produtos de origem animal e água, definidos pela Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003).

4.7 ANÁLISES SENSORIAIS

As análises sensoriais só foram realizadas depois de o projeto ter sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, tendo recebido parecer favorável para o seu desenvolvimento e registrado sob nº 325.710.

As seis formulações desenvolvidas foram codificadas aleatoriamente com três (3) dígitos e avaliadas depois de três dias de armazenamento sob congelamento (-18 °C) quanto a aceitação por meio de teste de escala hedônica, variando de

gostei extremamente (9) a desgostei extremamente (1), seguido de teste de intenção de compra (preferência), no qual os julgadores foram solicitados a informar a sua preferência para cada amostra avaliada quanto aos atributos sabor, aroma, textura, aparência e impressão global durante o teste de escala hedônica. Para ambos os testes foram recrutados 72 provadores, considerando o interesse e a disponibilidade para participar dos testes e se tinham hábito de consumir hambúrguer de carne bovina.

Os testes foram realizados em cabines individuais, no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Francisco Beltrão, sendo disponibilizadas aos provadores bolacha água e sal e água à temperatura ambiente para limpar o palato entre uma amostra e outra, utilizando-se luz branca. Os testes sensoriais foram realizados conforme Novello e Pollonio (2012).

A partir das notas obtidas para os atributos avaliados em cada uma das formulações desenvolvidas, calculou-se o índice de aceitabilidade, conforme equação 9:

$$IA = A \times 100/B \quad (9)$$

Onde,

IA = Índice de Aceitabilidade em %

A = Nota média obtida para o atributo

B = Nota máxima dada ao atributo na escala hedônica

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados físico-químicos, das características físicas e do teste de aceitação foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5,0% de probabilidade e pelo teste de média Tukey, através do software Statística versão 7.0 (STATSOFT INC, 2004).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE SEMENTE DE LINHAÇA

Os resultados das análises físico-químicas obtidos para a farinha de semente de linhaça dourada são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros físico-químicos da farinha de semente de linhaça dourada.

Parâmetros	Valores
Umidade (%)	7,18±0,21
Cinzas (%)	2,91±0,03
Proteína (%)	25,75±0,27
Lipídios totais (%)	43,69±0,29
Carboidratos (%)	20,47±0,15
Valor calórico (Kcal/100g)	578,09±0,14
Extrato seco total (%)	92,82±0,09
Gordura no extrato seco (%)	47,07±0,28

Os resultados são médias de triplicatas com as respectivas estimativas do desvio padrão.

Os teores de lipídios (43,69%) e proteínas (25,75%) encontrados para a farinha de semente de linhaça apresentaram-se acima dos valores relatados por Martin et al. (2006), os quais relataram que a semente desse vegetal contém de 30,0 a 40,0% de gordura e entre 20,0 a 25,0% de proteína.

Diferentemente de Martin et al. (2006), Trucom (2006) e Morris (2012) sugeriram que a linhaça chega a apresentar até 50,0% de gordura. Entretanto, diferenças na composição centesimal dos vegetais podem estar relacionadas com o clima da região, bem como decorrentes da safra.

A semente de linhaça produz efeitos metabólicos e fisiológicos benéficos à saúde porque apresenta considerável conteúdo de ácidos graxos α -linolênico (LNA - 18:3n-3) e linoléico (LA - 18:2n-6), precursores de outros ácidos graxos das séries ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6), respectivamente, bem como porque apresenta proteína com alto valor biológico, semelhante à proteína da soja (ROLIM, 2007).

5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS HAMBÚRGUERES

Os resultados dos parâmetros físico-químicos dos hambúrgueres desenvolvidos constam na Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros físico-químicos dos hambúrgueres na forma *in natura*.

Variáveis	Formulações					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Umidade (%)	60,74±1,21 ^{Ab}	60,99±0,81 ^{Ab}	62,95±0,60 ^{Ab}	62,83±0,73 ^{Ab}	62,73±0,39 ^{Ba}	62,67±0,47 ^{Ba}
Cinzas (%)	2,52±0,13 ^{Ab}	2,49±0,18 ^{Ab}	2,91±0,04 ^{Ab}	2,89±0,48 ^{Ab}	2,88±0,14 ^{Ca}	2,85±0,26 ^{Ca}
Proteína (%)	18,94±0,09 ^{Ab}	18,94±0,94 ^{Ab}	18,81±0,93 ^{Ab}	18,95±0,23 ^{Ab}	20,36±0,38 ^{Ab}	20,45±0,51 ^{Ba}
Lipídios (%)	14,96±0,11 ^{Ab}	14,82±0,91 ^{Ab}	12,42±0,49 ^{Ab}	12,48±0,14 ^{Ab}	11,42±0,43 ^{Ab}	11,42±0,57 ^{Ba}
CAR (%)	2,84±0,38 ^{Ab}	2,85±0,47 ^{Ab}	2,91±0,53 ^{Ab}	2,85±0,21 ^{Ab}	2,61±0,34 ^{Ab}	2,61±0,62 ^{Ab}
EST (%)	39,57±0,11 ^{Ab}	39,01±0,34 ^{Ab}	37,25±0,45 ^{Ab}	37,17±0,47 ^{Ab}	37,27±0,25 ^{Ab}	37,33±0,53 ^{Ba}
GES (%)	37,81±0,54 ^{Ab}	37,99±0,48 ^{Ab}	33,34±0,12 ^{Ba}	33,57±0,04 ^{Ba}	30,64±0,14 ^{Ba}	30,59±0,12 ^{Ba}
VC(Kcal/100g)	223±0,14 ^{Ab}	220±0,86 ^{Ab}	199,46±0,97 ^{Ba}	199,52±0,47 ^{Ba}	194,66±0,48 ^{Ba}	195,02±0,54 ^{Ba}
Na(mg/100g)	867±0,55 ^a	363±0,23 ^b	867±0,55 ^a	346±0,11 ^b	933±0,62 ^a	383±0,15 ^b

F1: controle (0,0% linhaça, 10,0% toucinho, Sal comum). F2: (0,0% linhaça, 10,0% toucinho, Sal *light*). F3: (5,0% linhaça, 5,0% toucinho, Sal comum). F4: (5,0% linhaça, 5,0% toucinho, Sal *light*). F5: (10,0% linhaça, 0,0% toucinho, Sal comum). F6: (10,0% linhaça, 0,0% toucinho, Sal *light*). Os resultados são médias de triplicatas com as respectivas estimativas do desvio padrão. Valores na mesma linha seguidos de letras iguais minúsculas não diferem entre si ($p>0,05$) com relação ao parâmetro físico-químico. Valores na mesma linha seguidos de letras iguais maiúsculas não diferem entre si ($p>0,05$) com relação ao tipo de sal de sal utilizado. [Análise de variância - ANOVA e Teste de Tukey]. CAR: Carboidratos. VC: Valor calórico. EST: Extrato seco total. GES: Gordura no extrato seco.

Neste estudo foi observado que independente do nível de adição de farinha de linhaça dourada houve um aumento significativo ($p<0,05$) nos teores de umidade, cinzas e redução dos lipídios totais, valor calórico, extrato seco total (EST) e gordura no extrato seco (GES).

Ao desenvolverem e analisarem hambúrguer de carne bovina adicionado de farinha de semente de linhaça dourada, Novello e Pollonio (2013) encontraram teores de umidade superior (68,61%) e de cinzas (1,90%) inferior aos obtidos nesse estudo. Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002) em estudo sobre o conteúdo lipídico de diferentes cortes de carne suína, encontraram alto percentual de gordura saturada no toucinho (38,0%).

Foi constatado nesse estudo que a adição da farinha de linhaça contribuiu para a redução ($p < 0,05$) do teor de lipídios totais. Esta observação não condiz com os resultados encontrados por Novello e Pollonio (2013), que encontraram maiores teores de lipídios em hambúrguer adicionado de farinha, óleo e semente de linhaça e também por Bourscheid (2009) que não verificou redução significativa ($p > 0,05$) do teor de gordura em hambúrgueres com fécula de mandioca e proteína texturizada de soja.

O fato observado pode ser explicado pela redução proporcional de gordura animal (toucinho) conforme houve a adição farinha de linhaça, o que também pode explicar os menores valores calóricos encontrados nestas formulações, visto que os lipídios são nutrientes calóricos (9 Kcal/g).

Com relação ao conteúdo de proteínas, verificou-se aumento significativo ($p < 0,05$) somente nas formulações com 10,0% de farinha de linhaça e 0,0% de toucinho em relação aquelas sem farinha de linhaça ou contidas de 5,0% da farinha. Novello e Polonio (2013), em sentido contrário verificaram que a adição de 5,0% de farinha foi suficiente para aumentar ($p < 0,05$) o teor de proteínas do hambúrguer.

Os teores de GES apresentaram variações de 30,64% (F5) a 37,99% (F2), tendo sido observado uma redução GES nas formulações com farinha de semente de linhaça. O fato do teor de GES ser proporcional ao conteúdo de gordura da amostra pode justificar os resultados inferiores ($p < 0,05$) obtidos para esse parâmetro nas formulações que sofreram redução do percentual de gordura em função da substituição de parte ou totalidade desse ingrediente pela farinha de linhaça.

O valor calórico variou de 194,66 a 223 Kcal/100g entre as diferentes formulações. Observou-se que os hambúrgueres adicionados de farinha de semente de linhaça apresentaram menor ($p < 0,05$) valor calórico em relação aos que não continham a farinha. Esse resultado pode ser reflexo do menor teor de lipídios encontrados para essas formulações, uma vez que o valor calórico foi determinado pelos percentuais obtidos para os nutrientes calóricos - carboidratos, proteínas e lipídios, multiplicados por 4 kcal, 4 kcal e 9 kcal, respectivamente.

Com relação ao conteúdo de sódio das formulações desenvolvidas, lembre-se que F1 diferia de F2, F3 de F4 e F5 de F6 somente em relação ao tipo de sal adicionado, sendo as formulações de números ímpares elaboradas com sal comum e as de números pares com sal *light*. Foi verificado que F2 apresentou redução ($p < 0,05$) de 58,1% de sódio em relação a F1; F4 de 60,1% ($p < 0,05$) em comparação

a F3, tendo sido observado que F6 apresentou conteúdo de sódio 58,9% menor ($p < 0,05$) que F5.

Os resultados da determinação de sódio (Na) obtidos para o sal *light* se apresentaram superiores (136,67 mg/g) aos informados pelo fabricante (130 mg/g). Nota-se que se em 1 grama do sal *light* continha 136,67 miligramas de Na, as formulações F2, F4 e F6, adicionadas de 2,0% desse sal deveriam apresentar para cada 100 gramas 273,34 miligramas de sódio provenientes do sal, porém, apresentaram 346, 363 e 383 miligramas, respectivamente, conforme apresentado na Tabela 4.

Os maiores teores de sódio encontrados nos hambúrgueres em relação aos encontrados no sal *light* podem ser decorrentes dos demais ingredientes utilizados na elaboração do produto, principalmente, da carne, toucinho, antioxidante (eritorbato de sódio) e do realçador de sabor (glutamato monossódico).

As formulações com sal *light*, quando comparadas com as formulações em que se utilizou o sal convencional, apresentaram conteúdos de sódio inferiores ($p < 0,05$), não diferindo ($p > 0,05$) uma das outras.

Verificou-se ainda que a utilização de sal com teor reduzido de sódio não interferiu significativamente ($p > 0,05$) nos resultados obtidos para todos os parâmetros físico-químicos.

Dentre os vários experimentos realizados com a intenção de reduzir o sal de produtos cárneos, Paulino et al. (2006), Nascimento et al. (2007) e Ciriano et al. (2013) reduziram o percentual de NaCl em embutido suíno *light*, salsicha e salame, respectivamente, através da substituição parcial desse constituinte por KCl, sendo observado que a substituição de 25,0% de NaCl não interferiu significativamente na capacidade de retenção de água, sabor salgado e estabilidade da emulsão das salsichas formuladas (NASCIMENTO et al., 2007).

Na China, em estudo realizado visando verificar a aceitação de alimentos com substituição parcial de NaCl por KCl, Li et al. (2009) obtiveram resultados também satisfatórios.

Aliño et al. (2010) também constataram que foi possível obter um lombo suíno desidratado com a substituição de até 45,0% do conteúdo de sódio por uma mistura de sais contendo 25,0% de cloreto de potássio, 15,0% de cloreto de cálcio e 5,0% de cloreto de magnésio, mantendo as características físico-químicas e microbiológicas semelhantes ao produto tradicional. No entanto, em estudo similar,

os autores supracitados encontraram problemas com a desidratação de presunto ocasionado pela substituição de sódio, o que levaria maior tempo de cura (ALIÑO et al., 2010). Oliveira et al. (2013) e Garcia et al. (2013), contribuíram recentemente com revisões sobre alternativas para a redução de sódio em derivados cárneos.

5.3 COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS

Nas Tabelas 5 e 6 são apresentados os resultados da composição de ácidos graxos da farinha de semente de linhaça e dos hambúrgueres, respectivamente.

Tabela 5 – Composição de ácidos graxos (%) da farinha de semente de linhaça.

Ácidos Graxos	Farinha de Semente de Linhaça
16:0	0,54±0,01
18:0	3,11±0,09
18:1n-9	21,98±0,03
18:1n-7	2,55±0,08
18:2n-6	17,63±0,18
18:3n-6	0,50±0,05
18:3n-3	52,09±0,43
22:1n-9	0,25±0,05
OUTROS	1,36±0,05
Somatórios	Farinha de Semente de Linhaça
AGPI	70,22±0,20
AGMI	24,77±0,12
AGS	3,65±0,08
OUTROS	1,36±0,05
n-6	18,13±0,23
n-3	52,09±0,43
Razões	Farinha de Semente de Linhaça
AGPI/AGS	19,24±0,48
n6/n3	0,35±0,01

Os cálculos dos teores dos ácidos graxos foram feitos por integração das áreas dos picos, e os resultados expressos em porcentagem de área (%). Resultados são médias de 2 repetições com as respectivas estimativas dos desvios padrões. AGPI: Ácidos graxos poliinsaturados; AGMI: Ácidos graxos monoinsaturados; AGS: Ácidos graxos saturados; n-6: Ácidos graxos ômega-6; n-3: Ácidos graxos ômega-3; AGPI/AGS: Razão entre ácidos graxo poliinsaturados/saturados; n-6/n-3: Razão entre ácidos graxos ômega-6/ômega-3.

Tabela 6 – Composição dos principais ácidos graxos (%) dos hambúrgueres na forma *in natura*.

Ácidos Graxos*	FORMULAÇÕES					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
16:0	1,38±0,04 ^a	1,35±0,03 ^a	1,48±0,02 ^{ab}	1,51±0,06 ^b	1,50±0,07 ^b	1,43±0,15 ^{ab}
17:1n-7	2,69±0,07 ^{ab}	2,56±0,01 ^{ab}	2,57±0,07 ^{ab}	2,56±0,09 ^{ab}	2,55±0,11 ^b	2,33±0,018 ^a
18:0	27,63±0,99 ^a	28,12±0,13 ^a	22,79±0,16 ^b	23,09±0,63 ^b	22,94±0,83 ^c	20,89±0,17 ^{cb}
18:2n-6	54,41±1,59 ^a	54,36±0,76 ^a	46,98±0,41 ^b	46,91±0,65 ^b	37,33±0,43 ^c	37,20±0,01 ^c
18:3n-6	7,27±0,53 ^a	7,13±0,61 ^a	4,80±0,54 ^b	4,81±0,19 ^b	4,62±0,22 ^b	4,52±0,37 ^b
18:3n-3	0,83±0,08 ^a	0,81±0,08 ^a	14,07±0,15 ^b	14,04±0,10 ^b	22,25±0,48 ^c	22,11±0,28 ^c
20:4n-6	0,19±0,01 ^a	0,18±0,03 ^a	0,16±0,02 ^a	0,15±0,01 ^a	0,15±0,02 ^a	0,15±0,03 ^a
20:5n-3	0,16±0,02 ^a	0,16±0,02 ^a	1,30±0,02 ^b	1,29±0,03 ^b	3,94±0,10 ^c	3,61±0,02 ^d
20:3n-6	0,18±0,03 ^a	0,18±0,04 ^a	0,16±0,01 ^a	0,17±0,01 ^a	0,16±0,01 ^a	0,14±0,01 ^a
20:0	0,90±0,02 ^a	1,09±0,15 ^a	0,97±0,06 ^a	0,91±0,02 ^a	1,07±0,01 ^a	1,04±0,07 ^a
22:6n-3	0,97±0,04 ^a	0,98±0,07 ^a	0,92±0,09 ^a	0,92±0,07 ^a	3,62±0,30 ^b	3,26±0,25 ^b
OUTROS	3,40±0,02 ^{ab}	3,08±0,065 ^c	3,79±0,13 ^{ab}	3,80±0,17 ^d	3,39±0,24 ^{ab}	3,32±0,29 ^{ab}
Somatórios	F1	F2	F3	F4	F5	F6
AGPI	64,01±0,90 ^a	63,81±0,01 ^a	68,39±0,19 ^b	68,29±0,86 ^b	72,06±1,07 ^c	71,00±0,95 ^{bc}
AGMI	2,69±0,14 ^{ab}	2,56±0,06 ^{ab}	2,57±0,08 ^{ab}	2,55±0,11 ^{ab}	3,01±0,35 ^b	2,33±0,01 ^a
AGS	29,90±0,98 ^a	30,55±0,06 ^a	25,25±0,24 ^b	25,36±0,93 ^b	21,55±0,48 ^c	23,35±0,07 ^{bc}
OUTROS	3,40±0,98 ^{ab}	3,08±0,15 ^a	3,79±0,13 ^{ab}	3,80±0,17 ^b	3,39±0,24 ^{ab}	3,32±0,29 ^{ab}
n-6	62,06±0,03 ^a	61,85±0,15 ^a	52,10±0,15 ^b	52,05±0,84 ^b	42,26±0,20 ^c	42,01±0,40 ^c
n-3	1,79±0,27 ^a	1,80±0,12 ^a	14,99±0,06 ^b	14,96±0,03 ^b	25,86±0,77 ^c	25,38±0,53 ^c
Razões	F1	F2	F3	F4	F5	F6
AGPI/AGS	2,14±0,10 ^a	2,09±0,06 ^b	2,71±0,03 ^c	2,70±0,13 ^c	3,35±0,12 ^{cd}	3,05±0,20 ^{cd}
n6/n3	34,69±2,85 ^a	32,74±1,42 ^a	3,48±0,01 ^b	3,48±0,05 ^b	1,63±0,04 ^b	1,66±0,02 ^b

Os cálculos dos teores dos ácidos graxos foram feitos por integração das áreas dos picos, e os resultados expressos em porcentagem de área (%).AGPI: Ácidos graxos poliinsaturados; AGMI: Ácidos graxos monoinsaturados; AGS: Ácidos graxos saturados; n-6: Ácidos graxos ômega-6; n-3: Ácidos graxos ômega-3; AGPI/AGS: Razão entre ácidos graxo poliinsaturados/saturados; n-6/n-3: Razão entre ácidos graxos ômega-6/ômega-3. F1: Controle (0,0% linhaça, 10,0% toucinho, Sal comum). F2: (0,0% linhaça, 10,0% toucinho, Sal *light*). F3: (5,0% linhaça, 5,0% toucinho, Sal comum). F4: (5,0% linhaça, 5,0% toucinho, Sal *light*). F5: (10,0% linhaça, 0,0% toucinho, Sal comum). F6: (10,0% linhaça, 0,0% toucinho, Sal *light*). Resultados são médias de 2 repetições com as respectivas estimativas dos desvios padrões. Os resultados são expressos em percentual de ácidos graxos totais. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

De acordo com Calderelli et al. (2008) a linhaça apresenta altos níveis de AGPI, especialmente de α -linolênico (LNA - 18:3n-3). Essa afirmação corrobora com os resultados obtidos nesse estudo para o somatório de AGPI (70,22%) e conteúdo de n-3 (52,09%) na farinha de semente de linhaça, o que contribuiu para o aumento ($p < 0,05$) de AGPI e LNA para os hambúrgueres adicionados de 5,0% (F3 e F4) e 10,0% (F5 e F6) da farinha em substituição parcial e total da gordura suína (toucinho), respectivamente.

Para Lehninger et al. (2011), o aumento de LNA (18:3n-3) em alimentos é considerado um fator importante, uma vez que este é o principal ácido ômega-3 (n-3) e precursor de outros ácidos graxos da série n-3 no organismo.

Notou-se que a adição de farinha de linhaça reduziu ($p < 0,05$) os percentuais de ácido linoléico (LA - 18:2n-6). Fato este justificado pela redução do percentual de toucinho nessas formulações, pois, segundo Hautrive et al. (2012) a gordura suína apresenta considerável teor de LA.

Os ácidos graxos LA e LNA são precursores dos ácidos graxos poliinsaturados n-6 e n-3 de cadeia mais longa, respectivamente (TONIAL, et al., 2010). O LA pode ser metabolizado em outros ácidos n-6, como o ácido eicosatetraenóico (AA - 20:4n-6), e o ácido LNA é metabolizado em outros da série n-3, entre eles os ácidos docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3) e eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3). Aos ácidos graxos LNA, EPA e DHA têm sido atribuídos uma grande importância nutricional, pois sua ingestão reduz o nível de colesterol do organismo (HAUTRIVE et al., 2012). Além disso, estudos comprovaram que o consumo de óleos contendo estes ácidos graxos, a exemplo, o óleo de pescado, reduz fatores bioquímicos de risco associados a doenças cardiovasculares, psoríase, artrite e câncer (BRANDÃO et al., 2005).

O fato de a linhaça apresentar moderadas concentrações de LA, precursor do ácido eicosatetraenóico (AA - 20:4n-6), refletiu em redução ($p < 0,05$) dos níveis desse ácido nas formulações adicionadas da farinha deste vegetal em comparação com os níveis obtidos para as formulações que não continham a farinha (F1 e F2).

Do total de AGS encontrados tanto para a farinha de linhaça quanto para os hambúrgueres, o ácido esteárico (18:0) foi o majoritário. Dos AGMI encontrados para a farinha de semente de linhaça, o ácido oléico (18:1n-9) apresentou-se em maiores concentrações. No caso particular dos AGPI, o ácido α -linolênico (LNA - 18:3n3), seguido do ácido linoléico (LA - 18:2n-6) apresentou-se em maior proporção em relação aos demais, sendo este último o predominante em todas as formulações de hambúrgueres.

Observou-se que quanto maior o percentual de farinha de linhaça adicionada no hambúrguer, menor ($p < 0,05$) foi teor de ácido esteárico (18:0) encontrado, contribuindo assim para a redução de AGS nos hambúrgueres suplementados com farinha de linhaça.

Segundo Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002), bem como Trindade et al. (2011), a gordura animal, mais especificamente a suína é rica em ácidos graxos saturados, dentre os quais se inclui o ácido esteárico (18:0).

Nessa pesquisa, a adição de 5,0% e 10,0% de farinha de semente de linhaça dourada em substituição ao toucinho levou a um aumento na ordem de 6,4% e 11,2%, respectivamente, de AGPI nas formulações em relação ao controle (F1), sendo verificada redução dos percentuais de AGS na ordem de 17,0% para o hambúrguer com 5,0% da farinha de linhaça e de 38,7% para aqueles adicionados de 10,0% de farinha.

Esses resultados corroboram com outros estudos sobre a redução de gordura animal em diferentes produtos cárneos por meio da adição das mais variadas fontes vegetais de ácidos graxos insaturados. Em estudo realizado com salsichas pela substituição de toucinho por óleo de girassol, Asuming-Bediako et al. (2014) observaram redução de 12,0% de AGS e aumento de 25,0% de AGPI.

Segundo recomendações do Departamento Americano de Saúde (1994), para ser considerada saudável em relação às doenças cardíacas, a razão entre os somatórios dos ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 ($n6/n3$) deve ser no máximo 4,0 e a razão entre os somatórios dos ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGPI/AGS) deve ser maior que 0,45.

Neste sentido, as formulações F3, F4, F5 e F6 assim como a farinha de semente de linhaça se apresentaram condizentes com os valores preconizados pelo Departamento Americano de Saúde tanto em relação à $n6/n3$ quanto para AGPI/AGS. Já, as formulações sem adição de farinha de linhaça (F1 e F2) apresentaram $n6/n3$ muito acima do que é recomendado, podendo se caracterizar um risco à saúde do consumidor.

5.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS APÓS COCÇÃO

Os resultados das características físicas após a cocção dos hambúrgueres formulados são apresentados abaixo, na Tabela 7.

Tabela 7 - Características físicas dos hambúrgueres após cocção por grelhamento.

(Continua)

Parâmetros (%)	Formulações					
	F1	F2*	F3	F4*	F5	F6*

Tabela 7 - Características físicas dos hambúrgueres após cocção por grelhamento.

	(Conclusão)					
Rendimento	72,75±0,30 ^{aA}	72,68±0,29 ^{aA}	75,67±0,27 ^{bA}	75,61±0,47 ^{bA}	79,78±0,26 ^{cA}	79,80±0,49 ^{cA}
Encolhimento	36,49±0,46 ^{aA}	36,49±0,42 ^{aA}	17,94±0,06 ^{bA}	17,87±0,12 ^{bA}	11,73±0,31 ^{cA}	11,76±0,69 ^{cA}
*R/Água	64,65±0,46 ^{aA}	64,71±0,27 ^{aA}	66,90±0,31 ^{aA}	67,14±0,31 ^{aA}	70,56±0,60 ^{bA}	70,77±0,25 ^{bA}
*R/Gordura	3,74±0,21 ^{aA}	3,85±0,18 ^{abA}	4,31±0,22 ^{bA}	4,28±0,21 ^{bA}	4,97±0,18 ^{cA}	4,98±0,14 ^{cA}

F1: controle (0,0% linhaça, 10,0% toucinho, Sal comum). F2: (0,0% linhaça, 10,0% toucinho, Sal *light*). F3: (5,0% linhaça, 5,0% toucinho, Sal comum). F4: (5,0% linhaça, 5,0% toucinho, Sal *light*). F5: (10,0% linhaça, 0,0% toucinho, Sal comum). F6: (10,0% linhaça, 0,0% toucinho, Sal *light*). Os resultados são médias de triplicatas com as respectivas estimativas do desvio padrão. Valores na mesma linha seguidos de letras minúsculas iguais não diferem entre si ($p>0,05$) pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, sendo que as formulações F1 e F2; F3 e F4; F5 e F6, com valores seguidos de letras maiúsculas iguais não diferem entre si ($p>0,05$) pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância com relação ao tipo de sal utilizado. *R: Retenção.

Grande parte dos produtos cárneos passa por algum tipo de tratamento térmico para o consumo humano, processo este que pode alterar a textura e, portanto, a qualidade e o rendimento do produto. Para Silva et al. (2012), a textura é um dos parâmetros utilizados pelo consumidor para determinar a aceitabilidade dos alimentos, que por sua vez, é expressa em termos de maciez e suculência, atributos muitas vezes relacionados com a umidade e conteúdo de gordura do produto.

Foi observado nesse estudo que quanto maior a quantidade de farinha de linhaça dourada adicionada, maior ($p<0,05$) foi o rendimento e a retenção de água e de gordura dos hambúrgueres após processo de cocção. A adição de farinha de linhaça contribuiu ainda para o menor ($p<0,05$) encolhimento dos hambúrgueres desenvolvidos. Este resultado é decorrente da retenção de maior quantidade de água pelas fibras que compõem a semente de linhaça, o que implica também em maior rendimento. Costa (2004) também verificou que a utilização de uma mistura de farelo e fibra de aveia proporcionou ao hambúrguer rendimento superior (15,0%) ao do controle após o cozimento, enquanto que nesse estudo, com adição da mesma quantidade, porém, de farinha de semente de linhaça, houve aumento ($p<0,05$) na ordem de 3,86% do rendimento em relação ao controle.

Ao estudarem a influência da adição de fécula de mandioca e farinha de aveia em hambúrguer de carne ovina, Seabra et al. (2002) obtiveram resultados revelando que as formulações com 2,0% de farinha de aveia apresentaram menor encolhimento, maior rendimento e capacidade de retenção de água, bem como

menor teor de gordura depois de cozidas, significativamente ($p < 0,05$). Os resultados desse estudo foram, portanto, condizentes com os observados por Seabra et al. (2002) com relação aos percentuais de encolhimento, rendimento e retenção de água, divergindo daqueles obtidos para retenção de gordura após tratamento térmico.

Embora Bourscheid (2009) não tenha verificado redução significativa ($p > 0,05$) do teor de retenção de gordura em hambúrgueres adicionados de fécula de mandioca e proteína texturizada de soja, também constatou menor ($p < 0,05$) percentual de encolhimento e maior ($p < 0,05$) percentual de rendimento após cocção, fatores estes, segundo o autor, economicamente esperados.

5.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Para garantir a segurança dos provadores que participaram da avaliação sensorial dos hambúrgueres foram realizadas, previamente, as análises microbiológicas preconizadas pela legislação vigente (BRASIL, 2001) para este tipo de produto, seguindo os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003). Os Resultados das análises microbiológicas nos hambúrgueres desenvolvidos constam na Tabela 8.

Tabela 8 - Qualidade microbiológica dos hambúrgueres e padrões microbiológicos de qualidade para o produto.

		Coliformes a 45°C (NMP.g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> spp. (25 g)	<i>Staphylococcus</i> coagulase (+) (UFC.g ^{-1**})	Clostridium Sulfito Redutor (UFC/g)
PM ^{***}		5x10 ³	Ausência em 25g	5,0x10 ³	3x10 ³
Formulações	F1	<1,1x10 ³	Ausência	4,6x10 ³	0
	F2	<1,1x10 ³	Ausência	4,0x10 ³	0
	F3	<3,0	Ausência	3,9x10 ³	0
	F4	<1,1x10 ³	Ausência	3,5x10 ³	0
	F5	<3,0	Ausência	1,5x10 ³	0
	F6	<3,0	Ausência	1,5x10 ³	0

*NMP.g⁻¹: Número mais provável por grama de amostra.

**UFC.g⁻¹: Unidades formadoras de colônias por grama de amostra.

***PM: Padrões Microbiológicos para hambúrguer (Contagem máxima preconizada pela RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001).

A comparação entre os parâmetros microbiológicos para hambúrguer na Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária indicou que os hambúrgueres desenvolvidos não apresentavam riscos à saúde dos provadores durante a avaliação sensorial, motivo pelo qual as amostras foram consideradas aptas para a realização dos testes de aceitação e intenção de compra, demonstrando que a utilização de sal contendo cloreto de potássio em substituição parcial do cloreto de sódio não implicou, negativamente, na qualidade microbiológica dos hambúrgueres.

5.6 ANÁLISES SENSORIAIS

Os resultados obtidos no teste de aceitação para os atributos sabor, aroma, textura, aparência e impressão global para as diferentes formulações de hambúrguer são demonstrados na Tabela 9.

Tabela 9 - Aceitação dos hambúrgueres de carne bovina com redução dos teores de sódio e gordura saturada.

Atributos	Formulações					
	F1*	F2**	F3*	F4**	F5*	F6**
Sabor	6,60±2,05 ^{aA}	6,86±2,02 ^{aA}	6,87±2,45 ^{aA}	7,80±1,81 ^{bB}	5,60±1,67 ^{cA}	5,39±1,67 ^{cA}
Aroma	7,05±2,11 ^{aA}	6,93±2,03 ^{bA}	6,87±2,52 ^{bA}	7,58±2,11 ^{aB}	5,87±2,26 ^{cA}	5,69±2,48 ^{cA}
Textura	6,15±0,56 ^{aA}	6,71±0,36 ^{bB}	8,03±0,47 ^{cA}	8,05±0,22 ^{cA}	8,14±0,23 ^{cA}	8,21±0,17 ^{cA}
Aparência	5,99±1,08 ^{aA}	5,99±1,13 ^{aA}	7,58±1,06 ^{bA}	7,46±0,81 ^{bA}	7,35±0,94 ^{bA}	7,55±0,95 ^{bA}
Impressão Global	5,26±2,34 ^{aA}	5,99±3,87 ^{bB}	7,78±3,24 ^{cA}	7,83±3,88 ^{cA}	7,94±2,19 ^{cA}	8,07±2,71 ^{cA}

Valores na mesma linha seguidos de letras minúsculas iguais não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, sendo que as formulações F1 e F2; F3 e F4; F5 e F6, com valores seguidos de letras maiúsculas iguais não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância com relação ao tipo de sal utilizado. *Sal comum. **Sal *light*.

Os resultados da avaliação sensorial dos hambúrgueres adicionados de farinha de linhaça e sal *light* mostrou diferença significativa ($p < 0,05$) entre uma ou mais formulações para todos os atributos avaliados.

Verificou-se que a adição de 5,0% e 10,0% de farinha de linhaça contribuiu para melhor textura, aparência e impressão global ($p < 0,05$) entre as formulações desenvolvidas.

Com relação ao sabor, enquanto a formulação adicionada de 5,0% de farinha de linhaça (F4) foi preferida ($p < 0,05$) com relação às demais, com o dobro de farinha de linhaça (10,0%) o sabor e o aroma foram afetados negativamente ($p < 0,05$). Esses resultados insatisfatórios para sabor e aroma corroboram com os encontrados por Bilek e Turhan (2009), Pereira e Feihrmann (2009) e Novello e Pollonio (2012), ao estudarem e avaliarem hambúrgueres de carne bovina adicionados de 10,0% de farinha de linhaça.

Santos et al. (2008) relataram que altos percentuais de derivados de linhaça dourada em produtos cárneos pode deixar sabor residual acentuado. Tal fato pode explicar as baixas notas obtidas nessa pesquisa para o sabor e aroma dos hambúrgueres adicionados de 10,0% de farinha de linhaça, maior concentração utilizada nesse estudo. Os resultados indicaram ainda que F4 (5,0% de linhaça) e F1 (Controle) apresentaram melhor ($p < 0,05$) aroma em relação às demais formulações, não diferindo ($p > 0,05$) entre si.

Com aproximadamente 20,0% a 28,0% de fibra alimentar total, a semente de linhaça é uma importante fonte de fibras (GALVÃO, 2008), o que de acordo com Cordeiro et al. (2009) tem justificado o interesse dos consumidores em consumir linhaça e direcionado pesquisas no sentido de utilização dessa semente e seus derivados em formulações de diferentes produtos alimentícios, visando oferecer propriedades funcionais a esses alimentos, ou no caso de produtos cárneos (DIAS et al., 2009) e ainda reduzir o teor de gordura animal.

Inglett (1996) verificou que a adição de cascas de aveia e de arroz, vagem de soja, ervilhas e farelo de trigo ou milho forneceu ao hambúrguer uma textura macia. No entanto, Seabra et al. (2002) não observaram boa aceitação sensorial com relação a suculência, maciez e textura de hambúrgueres adicionados de farinha de aveia e farelo de mandioca, o que para os autores se caracteriza um desafio tecnológico da adição de fibras em produtos cárneos.

Assim como a adição de fibras em alimentos, a redução de NaCl na dieta tem sido defendida como alternativa para redução de diversos riscos à saúde. Isso porque, segundo Freitas et al. (2001) e Oliveira et al. (2013) a ingestão excessiva de sódio pode elevar a pressão arterial, desencadeando hipertensão.

Pela avaliação sensorial procurou-se também verificar a percepção da substituição parcial de NaCl por KCl por meio dos atributos cor, aroma textura e sabor. Para isso, paralelamente, comparou-se as amostras F1 com F2, F3 com F4 e F5 com F6, demonstrado no tratamento estatístico através de letras maiúsculas.

Os resultados dessa comparação demonstraram que a formulação F1 (sal comum) diferiu ($p < 0,05$) da formulação F2 (sal *light*) com relação a textura e impressão global, assim como para as formulações F3 (sal *light*) e F4 (sal comum) com relação ao sabor e aroma. Entretanto, em ambos os casos as formulações com sal *light* apresentaram maiores ($p < 0,05$) médias para os atributos citados, sugerindo que a redução de sódio pode ter interferido positivamente no sabor, aroma, textura e impressão global dessas formulações.

De acordo com Terra (1998), o sódio aumenta a liberação de água da carne, a qual se apresenta exsudativa e, por isso, com uma maior capacidade de retenção da água adicionada durante a formulação de derivados, proporcionando aos produtos uma textura mais flácida (macia).

Nesse sentido, acredita-se que a redução de sódio em F2 possa ter contribuído para uma textura mais firme do hambúrguer, influenciando na melhor nota obtida para essa formulação em comparação a F1, pois, diferentemente do que é esperado pelo consumidor para a carne *in natura*, em alguns derivados cárneos como salames, presuntos curados e hambúrguer é esperada uma textura mais firme.

Segundo Novello e Pollonio (2012), "mudanças no perfil sensorial de carnes e derivados podem causar a rejeição do produto [...]". Essa afirmação exalta a importância dos estudos de consumidores por meio de teste de aceitação durante o desenvolvimento e alteração de formulação de produtos já consumidos habitualmente, o que permite avaliar o índice de aceitabilidade (IA).

Na Tabela 10 são mostrados os índices de aceitabilidade obtidos para cada um dos atributos das diferentes formulações desenvolvidas.

Tabela 10 – Índice de Aceitabilidade para cada atributo sensorial avaliado nos hambúrgueres.

(Continua)

Atributos	Formulações					
	F1*	F2**	F3*	F4**	F5*	F6**

Tabela 10 – Índice de Aceitabilidade para cada atributo sensorial avaliado nos hambúrgueres.

	(Conclusão)					
Sabor	73,33%	76,22%	76,33%	86,66%	62,22%	59,88%
Aroma	78,33%	77,00%	76,33%	84,22%	65,22%	63,22%
Textura	68,33%	74,55%	89,22%	89,44%	90,44%	91,22%
Aparência	66,55%	66,55%	84,22%	82,88%	81,66%	83,88%
Impressão Global	58,44%	66,55%	86,44%	87,00%	88,22%	89,66%

IA (%) = $A \times 100/B$, onde A = nota média obtida para o produto, e B = nota máxima dada ao produto na escala hedônica.

De acordo com Monteiro (1984) e Dutcoski (1996), $IA \geq 70,0\%$ representa boa repercussão na aceitação do alimento pelo público consumidor.

Os resultados obtidos pelo cálculo do índice de aceitabilidade (IA) indicaram que F4 (5,0% farinha de linhaça e sal *light*) apresentou melhor IA para os atributos sabor e aroma, enquanto que F5 e F6, seguidas de F1 (Controle) foram responsáveis pelos piores IA observados para esses atributos. F4 apresentou também, juntamente com F3, F5 e F6 (ambas contendo farinha de linhaça), boa aceitabilidade (IA) para textura, aparência e impressão global em relação ao controle e F2.

Conforme pode ser observado na Figura 1, os julgadores demonstraram maior interesse de compra para a formulação F4, adicionada de 5,0% de farinha de linhaça dourada e sal *light*.

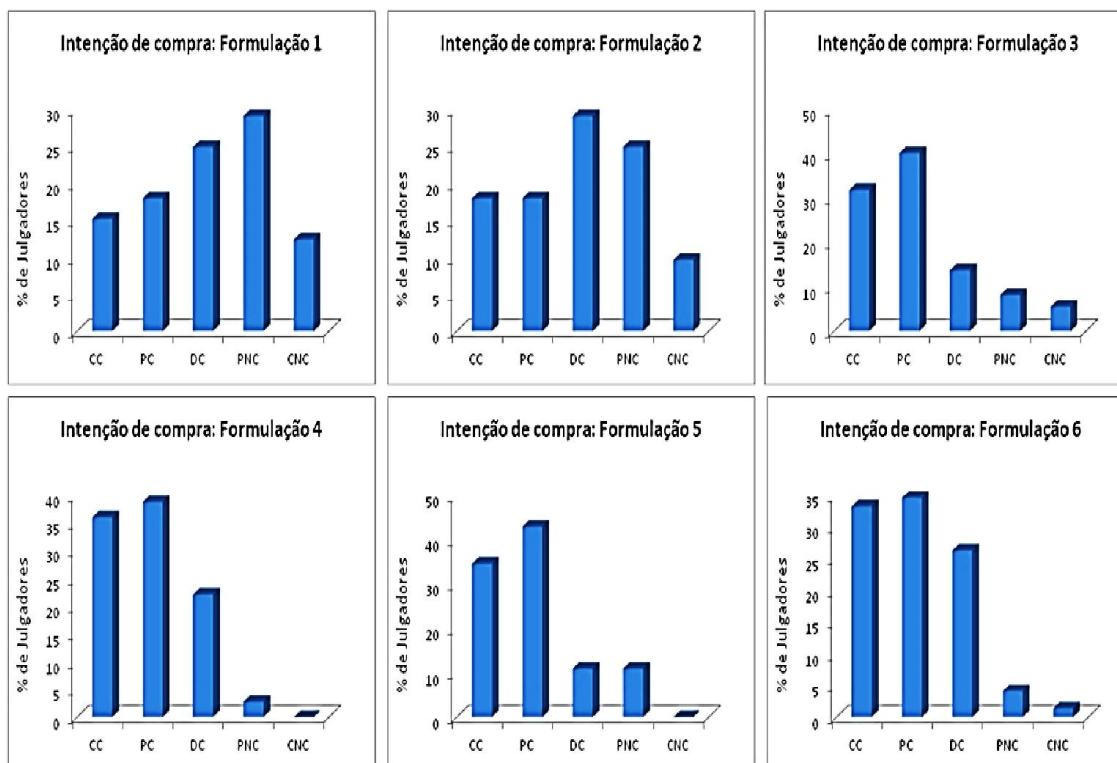


Figura 1. Intenção de compra para os hambúrgueres desenvolvidos.

F1 (0,0% de farinha de linhaça, 10,0% de toucinho, Sal comum); F2 (0,0% de farinha de linhaça, 10,0% de toucinho, Sal *light*); F3 (5,0% de farinha de linhaça, 5,0% de toucinho, Sal comum); F4 (5,0% de farinha de linhaça, 5,0% de toucinho, Sal *light*); F5 (10,0% de farinha de linhaça, 0,0% de toucinho, Sal comum) e F6 (10,0% de farinha de linhaça, 0,0% de toucinho, Sal *light*). CC: Certamente Compraria; PC: Possivelmente Compraria; DC: Dúvida se Compraria; PNC: Possivelmente Não Compraria; CNC: Certamente Não Compraria.

Os percentuais obtidos no teste de intenção de compra para certamente compraria (CC) e possivelmente compraria (PC) observados para as formulações adicionadas de farinha de linhaça: F3 (31,94% CC; 40,28% PC), F4 (36,11% CC; 38,89% PC), F5 (34,72% CC; 44,44% PC) e F6 (33,33% CC; 34,72% PC) revelaram maior aceitação dessas formulações em relação às formulações F1 (15,28% CC; 18,05% PC) e F2 (18,05% CC; 18,05% PC), as quais não continham farinha de linhaça.

6 CONCLUSÕES

A adição de farinha de linhaça como substituto de gordura saturada proporcionou maior rendimento, menor encolhimento para o hambúrguer após cocção, aumento dos níveis de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente, de ômega-3 e redução do conteúdo de ácidos graxos saturados.

O uso de sal com teor reduzido de sódio por meio da substituição parcial por cloreto de potássio não interferiu de forma negativa na aceitação dos hambúrgueres desenvolvidos, bem como nas características físico-químicas e físicas após a cocção.

Os testes sensoriais indicaram uma maior aceitação pela formulação contendo sal com teor reduzido de sódio e adicionada de 5,0% de farinha de semente de linhaça em substituição a 50,0% do toucinho.

Neste sentido, conclui-se que o hambúrguer adicionado de farinha de linhaça e com redução de sódio apresentou características nutricionais e sensoriais satisfatórias, assim como bom potencial de mercado. Entretanto, a continuidade da pesquisa é sugerida no sentido de estudar a viabilidade econômica da produção do produto em escala industrial.

REFERÊNCIAS

AKOH, C. C. Fat replacers. **Food Technology**, v. 52, n. 3, p. 47-53, 1998.

ALBUQUERQUE, T. L.; LIMA, M. D.; OLIVEIRA, V. S.; COELHO, R. M. D.; RODRIGUES, M. D. P. Processing and sensorial acceptance of hamburger type product consisted of soy (*Glycine max*) and tuna (*Thunnus spp*). **Boletim do CEPPA**, v. 27, n. 2, p. 191-198, 2009.

ALIÑO, M.; GRAU, R.; TOLDRÁ, F.; BARAT, J.M. Physicochemical changes in dry-cured hams salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. **Meat Science**, v. 86, p. 331-336, 2010.

ALIÑO, M.; GRAU, R.; TOLDRÁ, F, BLESA, E.; JESÚS PAGÁN, M.; BARAT, J. M. Physicochemical properties and microbiology of dry-cured loins obtained by partial sodium replacement with potassium, calcium and magnesium. **Meat Science**, v. 85, p. 580-588, 2010.

ALMEIDA, R. S. **Processamento de Hambúrguer de Carne Caprina Adicionados com Diferentes Níveis de Farinha de Aveia**. 2011. 73f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION - **ADA**. Position of the American Dietetic Association: fat replacers. **Journal of American Dietetic Association**, v. 67, n. 105, p. 266-275, 2005.

ANDERSON, E. T.; BERRY, B. W. Effects of inner pea fiber on fat retention and cooking yield in high ground beef. **Food Research International**, v. 1, n. 1, p. 1-7, 2001.

ARISSETO, A. P.; POLLONIO, M. A. R. Avaliação da estabilidade oxidativa do hambúrguer tipo calabresa, formulado com reduzidos teores de nitrito e diferentes percentagens de gordura, durante armazenamento congelado. **Higiene Alimentar**, v. 19, n. 136, p. 72-80, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16th ed. Gaithersburg, v. 2, cap. 32, p. 1-43, 1997.

ASUMING-BEDIAKO, N.; JASPAL, M. H.; HALLETT, K.; BAYNTUNJ.; BAKER, A.; SHEARD, P. R. Effects of replacing pork backfat with emulsified vegetable oil on fatty

acid composition and quality of UK-style sausages. **Meat Science**, v. 96, p. 187-194, 2014.

AUED-PIMENTEL, S.; CARUSO, M. F.; CRUZ, J. M. M.; KUMAGAI, E. E.; CORRÊA, D. U. O. Ácidos Graxos Saturados Versus Ácidos Graxos *Trans* em Biscoitos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, n. 4, p. 131-137, 2003.

BARBOSA, R. G. **Fabricação de salame tipo hamburguês com substituição parcial de sódio**. 2009. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

BERNARDINO FILHO, R.; OLIVEIRA, S. P.; GOMES, Q. O. Elaboração de hambúrguer bovino adicionado de inulina como ingrediente funcional prebiótico e substituto de gordura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 33-37, 2012.

BILEK, A. E.; TURHAN, S. Enhancement of the nutritional status of beef patties by adding flaxseed flour. **Meat Science**, v.82, n.4, p.472-477, 2009.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BOCK, M.; DERRAIK, J. G. B.; BRENNAN, C. M.; BIGGS, J. B.; SMITH, G. C.; CAMERON-SMITH, D.; WALL, C. R.; CUTFIELD, W. S. *Psyllium* Supplementation in Adolescents Improves Fat Distribution & Lipid Profile: A Randomized, Participant-Blinded, Placebo-Controlled, Crossover Trial. **PLOS ONE**, v. 7, n. 7, p. 417-435, 2012.

BOURSCHEID, C. **Avaliação da Influência da Fécula de Mandioca e Proteína Texturizada de Soja nas Características Físico – Químicas e Sensoriais de Hambúrguer de Carne Bovina**. 2009. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Pinhalzinho, 2009.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 1037-1043, 2002.

BRANDÃO, P. A.; COSTA, F. G. P.; BARROS, L. R.; NASCIMENTO, G. A. J. do. Ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. **Agropecuária Técnica**, v. 26, n. 1, p. 5-14, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hamburguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 01 de ago. 2000. Seção 1, p. 3-31.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n.12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico Sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 02 jan. 2001, p.1-54.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 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] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 de set. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia Alimentar para a População Brasileira - Promovendo a Alimentação Saudável**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: <http://nutricao.saude.gov.br/guia_conheca.php>. Acesso em: 29 abr. 2013.

BUSCH, J. L. H. C.; YONG, F. Y. S.; GOH, S. M. Sodium reduction: Optimizing product composition and structure towards increasing saltiness perception. **Trends in Food Science & Technology**, v. 29, n. 1, p. 21-34, 2013.

CALDERELLI, V. A. S.; BENASSI, M. de T.; MATIOLI, G. Substituição da gordura hidrogenada por óleo de soja na elaboração de pães de linhaça e avaliação da aceitabilidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 68-674, 2008.

CAMPBELL, N. R.; NEAL, B. C.; MAC-GREGOR, G. A. Interested in developing a national programme to reduce dietary salt? **Hypertension**, v. 25, n. 12, p. 705-710, 2011.

CERCATO, C.; MANCINI, M. C.; ARGUELLO, A. M. C.; PASSOS, V. Q.; VILLARES, S. M. F.; HALPERN, A. Systemic hypertension, diabetes mellitus, and dyslipidemia in relation to body mass index: evaluation of a Brazilian population. **Revista do Hospital das Clínicas Faculdade de medicina – USP**, v. 59, n. 3, p. 113-118, 2004.

CHAN, W.; BROWN, J.; CHURCH, S. M.; BUSS, D. H. Meat products & dishes. Supplement to Mc-Cance & Widdowson's The Composition of Foods. London: Royal Society of Chemistry & MAFF, 1996. 456p.

CIRIANO, M. G. I.; BERASATEGI, I.; NAVARRO-BLASCO, I.; ASTIASARAN, I.; ANSORENA, D. Reduction of sodium and increment of calcium and omega-3 polyunsaturated fatty acids in dry fermented sausages: effects on the mineral content, lipid profile and sensory quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 4, p. 876-881, 2013.

CONSELHO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES PARA ALIMENTOS - **CNNPA**. Resolução nº 20/77 de 1977.

CORDEIRO, R.; FERNANDES, P. L.; BARBOSA, L. A. Semente de linhaça e o efeito de seus compostos sobre as células mamárias. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 3, p. 727-732, 2009.

COSTA, L.O. **Processamento e Diminuição do Reprocesso do Hambúrguer Bovino (HBV)**. 2004. 127f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2004.

COXSON, P. G.; COOK, N. R.; JOFFRES, M.; HONG, Y. L. ; ORENSTEIN, D.; SCHMIDT, S. M.; BIBBINS-DOMINGO, K. Mortality Benefits From US Population-wide Reduction in Sodium Consumption Projections From 3 Modeling Approaches. **Hypertension**, v. 61, n. 3, p. 564-570, 2013.

CURI, R., POMPEIA, C., MIYASAKA, C. K., PROPOCIO, J. **Entendendo a gordura: Os ácidos graxos**. Barueri: Editora Manoele, 2002, p.40.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Report on health and social subjects, Nutritional aspects of cardiovascular disease**. London: HMSO, 1994. n. 46.

DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. **Meat Science**, v. 74, p. 188-196, 2006.

DIAS, V. M.; DIAS, K. M.; PILLA, V. Desenvolvimento e análise sensorial de hambúrguer de soja enriquecido com linhaça e quinoa. In: Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 9.13., 2009, Vale do Paraíba. **Anais eletrônicos...** Vale do Paraíba: Universidade do Vale do Paraíba, 2009. Disponível

em:<http://www.inicepg.univap.br/d/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0409_1259_01.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2013.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123.p.

FANTINI, E. L. **Hambúrguer de Palmito**. BR n. PI 1000785-7 A2, 2011. Disponível em: <<http://www.patentesonline.es/>>. Acesso em: 13. Mai. 2013.

FEINER, G. **Meat products handbook**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2006. 154 p.

FERNANDES, R. **Microbiology handbook: Meat Products**. United Kingdom: Leatherhead Publishing, 2009. 98p.

FOOD STANDARDS AGENCY – **FSA**. Programme of mini surveys: Sausages survey. London: Food Standards Agency, 2003.

FRANCISCHI, R. P. P.; PEREIRA, L. O.; FREITAS, C. S.; KLOPFER, M.; SANTOS, R. C.; VIEIRA, R. C.; VIEIRA, P.; LANCHÁ JÚNIOR, A. H. Obesidade: atualização sobre sua etiologia, morbidade e tratamento. **Revista de Nutrição**, v. 13, n. 1, p. 17-28, 2000.

FREITAS, D. G. C.; MORETTI, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 318-324, 2006.

FREITAS, O. C.; CARVALHO, F. R.; NEVES, J. M.; VELUDO, P. K.; PARREIRA, R. S.; GONÇALVES, R. M.; LIMA, S. A.; BESTETTI, R. B. Prevalence of Hypertension in the urban population of Catanduva, in the state of São Paulo, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 77, n. 2, p. 16-21, 2001.

FRYE, C. B.; HAND, L. W.; CALKINS, C. R.; MANDIGO, R. W. Reduction or replacement of sodium chloride in a tumbled ham product. **Journal of Food Science**, v. 51, p. 836-837, 1986.

GALÁN, I.; GARCÍA, M. L.; SELGAS, M. D. Effects of irradiation on hamburgers enriched with folic acid. **Meat Science**, v. 84, p. 437-443, 2010.

GALVÃO, E. L. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 551-557, 2008.

GARCIA, C. E. R.; BOLOGNESE, V. J.; SHIMOKOMAKI, M. Aplicações tecnológicas e alternativas para redução do cloreto de sódio em produtos cárneos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 31, n. 1, p. 139-150, 2013.

GARCÍA, M. L.; CALVO, M. M.; SELGAS, M. D. Beef hamburgers enriched in lycopene using dry tomato peel as an ingredient. **Meat Science**, v. 83, n. 3, p. 45-49, 2009.

GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Composição de alimentos: um pouco de história. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 56, n. 3, p. 45-54, 2006.

GOMES, E. V. **Formulação de Hambúrguer Bovino, Embutido Cozido de Carne Bovina, Presunto e Salsicha, Adicionados de Ácido Graxo do Tipo Ômega-3, e Respectivos Processos de Obtenção**. BR n. PI 0802542-8 A2, 2010. Disponível em: <<http://www.patentesonline.es/>>. Acesso em: 13. mai. 2013.

GOU, P.; GUERRERO, L.; GELABERT, J.; ARNAU, J. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. **Meat Science**, v. 42, p. 37-48, 1995.

GUTKOSKI, L. C.; BONAMIGO, J. M. A.; TEIXEIRA, D. M. A.; PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 355-363, 2007.

HADORN, R.; EBERHARD, P.; GUGGISBERG, D.; PICCINALI, P.; SCHLICHTERLE-CERNY, H. Effect of fat score on the quality of various meat products. **Meat Science**, v. 80, p. 765-770, 2008.

HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E. H. Determination of the composition, cholesterol and fatty acid profile of cuts of meat trade ostrich, swine, beef and poultry. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 2, p. 327-334, 2012.

INGLETT, G. E. **New Trim from Trash and More**. Washington: Food & Nutrition Research Briefs, Index: Agricultural Research Service (ARS), 1996. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/is/np/fnr/fnr1096.html>>. Acesso em: 19 nov. 2013.

INSTITUTO ADOLPHO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolpho Lutz: Métodos Químicos para Análise de Alimentos**. São Paulo: Instituto Adolpho Lutz, 2008. 486p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **Geneve: Method ISO 5509**, p. 1-6, 1978.

JEONG, L. W. **Burger Patty Chocos**. US n. KR100851037 B1, 2008. Disponível em: <<http://lp.espacenet.com/>>. Acesso em: 13 mai. 2013.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction meat products. **Food Science & Technology**, v. 11, n. 2, p. 56-66, 2000.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**. v. 59, p. 5-13, 2001.

KARANJA, N.; LANCASTER, K. J.; VOLLMER, W. M.; LIN, P. H.; MOST, M. M.; ARD, J. D.; SWAIN, J. F.; SACKS, F. M.; OBARZANEK, E. Acceptability of sodium-reduced research diets, including the dietary approaches to stop hypertension diet, among adults with prehypertension and stage 1 hypertension. **Journal American Dietetic Association**, v. 107, n. 9, p. 1530-1538, 2007.

KINDSTEDT, F.; MISTRY, V. V. **Cheese and fermented milk foods**. Michigan: Edwards Brothers, 1997. 323p.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. 5ª ed., São Paulo: Ed. Sarvier, 2011. 1202p.

LI, N.; PRESCOTT, J.; WU, Y.; BARZI, F.; YU, X.; ZHAO, L.; NEAL, B.; China salt substitute study collaborative group. The effects of a reduced-sodium, high-potassium salt substitute on food taste and acceptability in rural northern China. **British Journal of Nutrition**, v. 101, n. 3, p. 1088-1093, 2009.

LÓPEZ-LÓPEZ, I.; COFRADES, S.; RUIZ-CAPILLAS, C.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Design and nutritional properties of potential functional frankfurters based on lipid formulation, added seaweed and low salt content. **Meat Science**, v. 83, n. 2, p. 255-262, 2010.

MANDARINO, J. M. G.; ROESSING, A. C.; BENASSI, V. T. **Óleo: alimentos funcionais**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 91p.

MARIATH, A. B.; GRILLO, L. P.; SILVA, R. O.; SCHMITZ, P.; CAMPOS, I. C.; MEDINA, J. R. P.; KRUGER, R. M. Obesidade e fatores de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis entre usuários de unidade de alimentação e nutrição. **Caderno de Saúde Pública**, v. 23, n. 4, p. 897-905, 2007.

MARQUES, J. M. **Elaboração de um Produto de Carne Bovina “Tipo Hambúrguer” Adicionado de Farinha de Aveia**. 2007. 71f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MARTIN, A. C.; ALMEIDA, V. V.; RUIZ, R. M.; VISENTAINER, L. E. J.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, E. N.; VISENTAINER, V. J. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 661-670, 2006.

MARTINEZ, B.; MIRANDA, J. M.; VAZQUEZ, B. I.; FENTE, C. A.; FRANCO, C. M.; RODRIGUEZ, J. L.; CEPEDA, A. Development of a Hamburger Patty with Healthier Lipid Formulation and Study of its Nutritional, Sensory, and Stability Properties. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 1, p. 200-208, 2012.

MATARAGAS, M.; SKANDAMIS, P.; NYCHAS, G. J. E.; DROSINOS, E. H. Modeling and predicting spoilage of cooked, cured meat products by multivariate analysis. **Meat Science**, v. 77, p. 348-356, 2007.

MATTES, R. D. Position of the American Dietetic Association: fat replacers. **Journal American Dietetic Association**, v. 98, n. 4, p. 463-468, 1998.

MAURO, A. K. et al. Caracterização física, química e sensorial de *cookies* confeccionados com farinha de talo de couve (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 719-728, 2010.

MOLENA-FERNANDES, C. A. et al. Avaliação dos efeitos da suplementação com farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) marrom e dourada sobre o perfil lipídico e a evolução ponderal em ratos Wistar. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 2, p. 201-207, 2010.

MONEGO, M. A. **Goma da Linhaça (*Linum usitatissimum* L.) para Uso como Hidrocolóide na Indústria de Alimentos**. 2009. 89f. Dissertação (Mestrado em

Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

MONTEIRO, C. L. B. **Técnicas de avaliação sensorial**. 2.ed. Curitiba: CEPPA-UFPR, 1984. 101p.

MORETTI, R. H. **Formulação de Carne Vegetal**. BR n. PI 0805504-1 A2, 2010. Disponível em: <<http://www.patentesonline.es/>>. Acesso em: 13 mai. 2013.

MORRIS, D. H. **Flax - a smart choice**. New Flax Facts. Flax Council of Canada. 2012. Disponível em: <http://www.flaxcouncil.ca/english/pdf/Flx_FctSht_SmartChoice_R3.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2013.

MUHLISIN, M.; KANG, S. M.; CHOI, W. H.; LEE, K. T.; CHEONG, S. H.; LEE, S. K. The Effect of Modified Atmosphere Packaging and Addition of Rosemary Extract, Sodium Acetate and Calcium Lactate Mixture on the Quality of Pre-cooked Hamburger Patties during Refrigerated Storage. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 134-142, 2013.

NAGAO, K.; YANAGITA, T. Bioactive lipids in metabolic syndrome. **Progress in Lipid Research**, v. 47, n. 2, p. 127-46, 2008.

NASCIMENTO, R.; CAMPAGNOL, P. C. B.; MONTEIRO, E. S.; POLLONIO, M. A. R. Substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio: influência sobre as características físico-químicas e sensoriais de salsichas. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n. 3, p. 297-302, 2007.

NICOLAIDIS, S. Prenatal imprinting of postnatal specific appetites and feeding behavior. **Metabolism**, v. 57, n. 2, p. 22-26, 2008.

NILSON, E. A. F.; JAIME, P. C.; RESENDE, D. O. Iniciativas desenvolvidas no Brasil para a redução do teor de sódio em alimentos processados. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 32, n. 4, p. 287-292. 2012.

NOVELLO, D.; FRANCESCHINI, P.; QUINTILIANO, D. A. A importância dos ácidos graxos ω -3 e ω -6 para a prevenção de doenças e na saúde humana. **Salus**, v. 2, n. 1, p. 80, 2008.

NOVELLO, D.; POLLONIO, M. A. R. Adição de linhaça dourada (*Linum usitatissimum* L.) e derivados em hambúrgueres bovinos: aceitação sensorial e

análise de sobrevivência. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 273-286, 2012.

NOVELLO, D.; POLLONIO, M. A. R. Golden flaxseed and its byproducts in beef patties: physico-chemical evaluation and fatty acid profile. **Ciência Rural**, v. 43, n. 9, p. 1707-1714, 2013.

OLIVEIRA, D. F.; COELHO, A. R.; BURGARDT, V. C. F.; Hashimoto, E.H.; Lunkes, A.M.; MARCHI, J. F.; TONIAL, I. B. Alternatives for a healthier meat product: a review. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 3, p. 163-174, 2013.

ORTIGOZA, S. A. G. Alimentação e saúde: as novas relações espaço-tempo e suas implicações nos hábitos de consumo de alimentos. **Editora UFPR**, n. 15, p. 83-93, 2008. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/14247/9573>. Acesso em: 14 mai. 2013.

ORVALHO, R. J. S. **Redução do teor de sódio em fiambre: Implicações tecnológicas, organolépticas e de prazo de validade**. 2010. 106f. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

PAULINO, F. O.; SILVA, T. J. P.; FRANCO, R. M.; FREITAS, M. Q.; FERNANDES, M. L. Redução parcial dos teores de gordura e sal em embutido cárneo suíno com utilização de goma carragena e cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, n. 2, p. 121-124, 2006.

PEREIRA, A. M.; FEIHRMANN, A. C. Farinha de linhaça em hambúrguer de carne bovina. **Revista Nacional da Carne**, v. 389, n. 2, p. 110-114, 2009.

PEREIRA, D. B. C.; SILVA, P.H.F. da; COSTA JUNIOR, L.C.G.; OLIVEIRA, L.L. de. **Físico-química do leite e derivados: Métodos analíticos**. 1 ed. Juiz de Fora: Oficina de Impressão Gráfica e Editora Ltda, 2001, 190p.

PHILLIPS, F. Don't pass the salt. **Food and Nutrition Bulletin**, v. 28, n. 3, p. 339-40, 2003.

PIÑERO, M. P.; PARRA, K.; HUERTA-LEIDENS, N.; MORENO, L. A.; FERRER, M.; ARAUJO, S.; BARBOZA, Y. Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties on low-fat beef patties. **Meat Science**, v. 80, n. 3, p. 678-680, 2008.

PINHEIRO, M. V. S.; PENNA, A. L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 2, p. 175-186, 2004.

PROENÇA, R. P. C. Alimentação e globalização: algumas reflexões. **Ciência e Cultura**, v. 62, n. 4, p. 43-47, 2010.

QUEIROZ, Y. U.; DAUD, K. O.; SOARES, R. A. M.; SAMPAIO, G. R.; CAPRILES, V. D.; TORRES, E. A. F. S. Desenvolvimento e avaliação das propriedades físico-químicas de hambúrgueres com reduzidos teores de gordura e de colesterol. **Revista Nacional da Carne**, v. 338, n. 2, p. 84-89, 2005.

RESURRECCION, A. V. A. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. **Meat Science**, v. 66, n. 1, p. 11-20, 2003.

ROLIM, S. S. **Nutrição e Saúde**. 2007. Disponível em: <www.nutrociencia.com.br> Acesso em: 13 nov. 2013.

ROMANS, J. R.; COSTELLO, W. J.; CARLSON, C. W.; GREASER, M. L.; JONES, K. W. **The meat we eat**. Danville: Interstate Publisher, Inc., 1994. 88p.

RUUSUNEN, M.; VAINIONPÄÄ, J.; LYLÄ, M.; LÄHTEENMÄKI, L.; NIEMISTÖ, M.; AHVENAINEN, R.; PUOLANNE, E. Reducing the sodium content in meat products: The effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. **Meat Science**. v. 69, p. 53-60, 2005.

SANTOS JÚNIOR, L. C. O.; RIZZATTI, R.; BRUNGERA, A.; SCHIAVINI, T. J.; CAMPOS, E. F. M.; SCALCO NETO, J. F.; RODRIGUES, L. B.; DICKEL, E. L.; SANTOS, L. R. Desenvolvimento de hambúrguer de carne de ovinos de descarte enriquecido com farinha de aveia. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 4, p. 1128-1134, 2009.

SANTOS, C.; CAMBERO, M.I.; CABEZA, M. C.; ORDÓNEZ, J. A. Enrichment of dry-cured ham with α -linolenic acid and α -tocopherol by the use of linseed oil and α -tocopheryl acetate in pig diets. **Meat Science**, v. 80, n. 3, p. 668-674, 2008.

SEABRA, L. M. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R. B. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 244-248, 2002.

SICHERI, R.; COITINHO, D. C.; MONTEIRO, J. B.; COUTINHO, W. F. Recomendações de Alimentação e Nutrição Saudável para a População Brasileira. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**, v. 44, n. 3, p. 227-232, 2000.

SILVA, M. M. C.; RODRIGUES, M. T.; RODRIGUES, C. A. F.; BRANCO, R. H.; LEÃO, M. I.; MAGALHÃES, A. C. M. de.; MATOS, R. da S. Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 246-256, 2007.

SILVA, R. C. S. N.; MINIM, V. P. R.; LIMA, L. P. de.; GOMIDE, A. I.; MORAES, L. E. da S.; MININ, L. A. Otimização da aceitabilidade sensorial de requeijão cremoso *light*. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 360-366, 2012.

SLOBODAN, L.; VESNA, M. S. Salt reduction in meat products – challenge for meat Industry. **Tehnologija mesa**, v. 52, n. 1, p. 22–30, 2011.

SMITH, J.; SHUM, L. H. **Food additives databook**. Oxford: Blackwell Science Ltd, 2003. 202p.

SOUZA, A.; MEDEIROS, A. R.; SOUZA, A. C.; WINK, M.; SIQUEIRA, I. R.; FERREIRA, M. B. C.; FERNANDES, L.; LOAYZA HIDALGO, M. P.; TORRES, I. L. S. Avaliação do impacto da exposição a agrotóxicos sobre a saúde de população rural do Vale do Taquari (RS, Brasil). **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 16, n. 8, p. 122-130, 2011.

SOUZA, D. F. **Produtos para Segmento Frigorífico e Processo de Obtenção desses Produtos**. BR n. PI 0303197-7 A2, 2004. Disponível em: <<http://www.patentesonline.es>>. Acesso em: 13 mai. 2013.

SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. **Colesterol da mesa ao corpo**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. 85p.
STATSOFT INC. **Statistica data analysis system version 7.0**. Tulsa: Statsoft Inc., 2004.

TAGLE, M.A. **Nutrição**. São Paulo: Artes Médicas, 1981. 233p.

TARTÉ, R. **Ingredients in Meat Products: properties, functionalities and applications**. New York: Springer Science + Business Media, LLC, 2009. 231p.

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 1998. 216p.

TONIAL, I. B.; OLIVEIRA, D. F.; BRAVO, C. E. C.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. Caracterização físico-química e perfil lipídico do salmão (*Salmo salar* L.). **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 1, p. 91-96, 2010.

TRINIDADE, M. A.; OLIVEIRA, J. M. de.; NOGUEIRA, N. M. G.; OLIVEIRA, F. P. R. C.; ALENCAR, S. M. de.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J. Mortadella sausage with soyabean oil replacing pork back fat. **Italian Journal of Food Science**, v. 23, n.2, p. 72-79, 2005.

TRUCOM, C. **A importância da linhaça na saúde**. São Paulo: Alaúde, 2006. 151p.

WIRTH, F. **Tecnologia de los embutidos escaldados**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1992. 151p.

VISENTAINER, J. V., FRANCO, M. R. B. **Ácidos graxos em óleos e gorduras: Identificação e quantificação**. São Paulo: Varela, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - **WHO**. 2003. Disponível em: <www.who.int>. Acesso em: 22 dez. 2013.

XIAOGONG, Z.; JINFENG, L.; YAJING, W. **Vegetable Burger and Preparation Method Thereof**. CN n. 102038197 A, 2011. Disponível em: <<http://lp.espacenet.com/>>. Acesso em: 13 mai. 2013.

YOUSSEF, M. K.; BARBUT, S. Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. **Meat Science**, v. 87, n. 4, p. 356-360, 2011.

YUNES, J. F. F. **Avaliação dos Efeitos da Adição de Óleos Vegetais como Substitutos de Gordura Animal em Mortadela**. 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.