

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CARLOS EDUARDO DA SILVA

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE HAMBÚRGUERES DE CARNE
BOVINA COM SUBSTITUIÇÕES DE TOUCINHO POR FARINHA DE
LINHAÇA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LONDRINA
2013

CARLOS EDUARDO DA SILVA

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE HAMBÚRGUERES DE CARNE BOVINA COM SUBSTITUIÇÕES DE TOUCINHO POR FARINHA DE LINHAÇA

Dissertação de mestrado, apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Londrina, como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Ivane Benedetti Tonial
Coorientador: Prof. Dr. Nilson Evelázio de Souza

LONDRINA
2013

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

C586e Silva, Carlos Eduardo da
Elaboração e avaliação de hambúrgueres de carne bovina com substituições de toucinho por farinha de linhaça / Carlos Eduardo da Silva. - Londrina: [s.n.], 2013.
VIII, 58 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof.^a Dr^a Ivane Benedetti Tonial
Co-orientador: Prof. Dr Nilson Evelázio de Souza
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2013.
Bibliografia: f. 51-58

1. Hambúrgueres. 2. Carne bovina. 3. Linhaça. 4. Ácidos graxos
I. Tonial, Ivane Benedetti, orient. II. Souza, Nilson Evelázio, co-orient.
III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664.9298



TERMO DE APROVAÇÃO

**“ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE HAMBÚRGUERES DE CARNE BOVINA COM
SUBSTITUIÇÕES DE TOUCINHO POR FARINHA DE LINHAÇA”**

Por

CARLOS EDUARDO DA SILVA

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 14h do dia 31 de outubro de 2013. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

Prof^a. Ivane Benedetti Tonial, Dra.
(Presidente)

Prof^a. Maria Cristina Milinsk, Dra.
(UTFPR)

Visto da coordenação:

Prof^a. Lúcia Felicidade Dias, Dra.
(UTFPR)

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha Orientadora Dra. Ivane Benedetti Tonial pelo apoio, preocupação e auxílio neste tempo de orientação;

Ao Professor Dr. Nilson Evelázio de Souza por sua co-orientação, conversas, cooperação e paciência durante a execução deste trabalho;

A estagiária do projeto Giovana Mendonça por todas as análises, risadas, conversas sérias, e por se tornar uma grande amiga;

Aos meus amigos Rodrigo Santos Leite e Alysson de Camargo de Oliveira por, mesmo sabendo ou não, me deram forças, principalmente na parte técnica;

A minha mãe Vera Lúcia da Silva pela paciência e força nas horas mais difíceis.

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

RESUMO

SILVA, Carlos Eduardo da. **Elaboração e Avaliação de Hambúrgueres de Carne Bovina com Substituições de Toucinho por Farinha de Linhaça**. 2013. 49. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2013.

O hambúrguer é um alimento bastante apreciado pela população de diversas faixas etárias, sendo as crianças e adolescentes os maiores consumidores, no entanto, os adultos também apresentam hábitos de consumo deste alimento. No intuito de melhorar a qualidade nutricional deste produto cárneo, este estudo adicionou farinha de linhaça em hambúrgueres bovinos em substituição a gordura suína. Assim, o objetivo foi elaborar e avaliar as características físicas, físico-químicas, principais minerais e o perfil lipídico de hambúrgueres bovinos adicionados de farinha de linhaça em substituição a gordura suína nas formas *in natura*, grelhado e frito. Os resultados das características de cozimento mostraram que os hambúrgueres com maior percentual de farinha de linhaça apresentaram maior capacidade de retenção de umidade e com isso maior rendimento, em ambas as formas de tratamento térmico (fritura e grelhamento) contribuindo para maior maciez e suculência. Os resultados das análises físico-químicas mostraram um aumento no teor de carboidratos em decorrência da adição da farinha de linhaça. As análises dos ácidos graxos dos lipídios totais dos hambúrgueres resultaram em um aumento no teor de ácido alfa-linolênico (18:3n-3), este aumento foi proporcional à quantidade de farinha de linhaça no hambúrguer. Tanto para os hambúrgueres grelhados como para os fritos, os teores de ácido linolênico aumentaram de aproximadamente 0,7% (F1 – 0% farinha de linhaça) a 21% (F5 – 10% de farinha de linhaça), o que contribuiu para redução da relação de ácidos graxos ômega-6 (n-6) para ômega-3 (n-3), tornando os hambúrgueres suplementados com farinha de linhaça um alimento mais adequado em termos nutricionais. Os minerais ferro, potássio, magnésio, sódio e zinco, diminuíram suas quantidades conforme a substituição do toucinho por farinha de linhaça aumentava, o fósforo, por outro lado, aumentou em cerca de 10 vezes para hambúrgueres com toucinho totalmente substituído por farinha de linhaça. A quantidade de malonaldeído encontrado foi maior para os hambúrgueres fritos do que para os grelhados e mais baixo ainda para os hambúrgueres *in natura*, sendo os valores com maior quantidade de farinha de linhaça os que mais oxidaram. A adição de farinha de linhaça em hambúrgueres como substituintes de gordura saturada (suína) pode ser considerada uma forma de melhorar o potencial nutricional, contribuindo também para melhor saúde do consumidor.

Palavras-chave: Hambúrguer. Ácidos Graxos. Linhaça. Ômega 3. Oxidação lipídica.

ABSTRACT

SILVA, Carlos Eduardo da. **Preparation and Evaluation of Beef Hamburgers With Pork Fat Replaced by Linseed Flour**. In 2013. 49 (Professional Master's Degree in Food Technology) - Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2013.

Hamburger is a food very appreciated by people of different ages. Children and adolescents are the main consumers, but adults also have consumed habits this type of the foods. Aiming to improve the nutritional quality of the product, this study added flaxseed meal in beef hamburgers as replacing pork fat. The objective was to develop and evaluate the physical, physicochemical, major minerals and lipid profile of burgers cattle added flaxseed meal replacing pork fat in the form fresh, grilled and fried. The results of the cooking characteristics showed that the burgers with the highest percentage of linseed meal had higher moisture retention capacity and thus higher yield in both forms of heat treatment (frying and grilling) contributing to softness and juiciness. The results of physicochemical analyzes showed an increase in carbohydrate content due to the addition of linseed meal. The analysis of fatty acids of the total lipids of burgers resulted in an increase of the content of linolenic acid (18:3 n-3). Both for grilled burgers and fried for the content of linolenic acid increased from approximately 0.7% (F1 - 0% flaxseed meal) to 21% (F5 - 10% flaxseed meal), which contributed to reducing the ratio of omega-6 (n-6) to omega-3 (n-3), making the burgers supplemented with flaxseed meal one most suitable food in nutritional terms. The content of the minerals iron, potassium, magnesium, sodium and zinc, decreased as the substitution of fat by increasing linseed meal, with the exception of phosphorus that increased by about 10 times for burgers with pork fat totally replaced by linseed meal. The amount of malondialdehyde was greater for fried burgers than for grilling and even lower for raw burgers, and the ones with higher amounts of linseed meal oxidized the most. The addition of linseed meal burgers as substituents in saturated fat (pork) can be considered a way to improve the nutritional potential, and contribute to better health of the consumer.

Keywords: Hamburguer. Fatty Acids. Linseed. Omega 3. Lipids Oxidation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Grelhamento dos hambúrgueres.	27
Figura 2 - Análise de extração do malonaldeído para posterior análise em HPLC.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ingredientes utilizados nas formulações* dos hambúrgueres.....	26
Tabela 2 - Características de cozimento do produto tipo hambúrgueres submetidos ao processo de tratamento térmico através de fritura e grelhamento.....	32
Tabela 3 – Resultados dos teores de umidade de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça nas formas <i>in natura</i> , grelhado frito dados em porcentagem (%).	34
Tabela 4 – Resultados obtidos dos teores de cinzas de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça nas formas <i>in natura</i> , grelhado frito dados em porcentagem (%).	35
Tabela 5 – Resultados obtidos dos teores de proteínas de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça nas formas <i>in natura</i> , grelhado frito dados em porcentagem (%).	36
Tabela 6 – resultados obtidos dos teores de lipídios de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça nas formas <i>in natura</i> , grelhado frito.	37
Tabela 7 - Teor de carboidratos* de hambúrguer bovino suplementado com farinha de linhaça nas formas <i>in natura</i> , grelhado e frito.....	38
Tabela 8 – Resultados obtidos dos teores de valor calórico de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça nas formas <i>in natura</i> , grelhado frito.	39
Tabela 9 – Teor de minerais (mg.Kg ⁻¹) nas amostras de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça na forma <i>in natura</i>	40
Tabela 10 – Teor de minerais (mg.Kg ⁻¹) nas amostras de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça na forma grelhada.	41
Tabela 11 – Teor de minerais (mg.Kg ⁻¹) nas amostras de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça na forma frita.	41
Tabela 12 - Composição dos principais ácidos graxos nas amostras de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça dados em porcentagem (%).	43
Tabela 13 - Somatórios e razões dos principais ácidos graxos nas amostras de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça nas formas <i>in natura</i> , grelhado e frito.	46
Tabela 14 – Resultados de malonaldeído via HPLC dos hambúrgueres suplementados com farinha de linhaça.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 A alimentação humana	17
3.2 A carne bovina	18
3.3 Produtos cárneos.....	19
3.4 Lipídios e ácidos graxos essenciais em produtos cárneos	20
3.5 A linhaça	22
3.6 Oxidação lipídica.....	23
3.7 Malonaldeído em alimentos.....	25
4 MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1 Formulação dos Hambúrgueres	26
4.2 Tratamento térmico.....	27
4.2.1 Método por fritura	27
4.2.2 Método por grelhamento	27
4.3 Característica de cozimento	28
4.4 Umidade, Cinzas e Proteínas	28
4.5 Lipídios Totais.....	28
4.6 Carboidratos	29
4.7 Valor Calórico	29
4.8 Transesterificação dos Lipídios Totais	29
4.9 Análise Cromatográfica dos Ésteres Metílicos	29
4.10 Análise de Oxidação Lipídica.....	30
4.11 Quantificação dos minerais.....	31
4.12 Análise Estatística.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 Características físicas de cozimento do produto cárneo tipo hambúrgueres.....	32
5.2 Composição proximal do produto cárneo bovino tipo hambúrguer.	33
5.3 Análise quantitativa de minerais do produto cárneo bovino tipo hambúrguer.....	40
5.4 Composição dos principais ácidos graxos, somatórios e razões do produto cárneo bovino tipo hambúrgueres.	42
5.5 Análise quantitativa de malonaldeído via HPLC do produto cárneo bovino tipo hambúrguer.	48
6 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

A rotina da vida moderna, aliada a falta de tempo para o preparo de alimentos a domicílio, tem impulsionado a indústria de alimentos a desenvolver produtos que sejam: nutritivos, sacie a fome, fáceis de preparar e de baixo custo. Dentre os diversos tipos de alimentos lançados atualmente pelas indústrias alimentícias, os hambúrgueres parecem atender as expectativas deste tipo de consumidor. No entanto, este tipo de produto cárneo quando consumido em excesso pode favorecer a obesidade e as doenças dela decorrentes.

Os produtos cárneos industrializados podem conter grandes quantidades de colesterol bem como de ácidos graxos saturados provenientes da gordura animal, pois em sua constituição estão presentes principalmente a carne (bovina, suína, frango) e toucinho (gordura suína).

O hambúrguer é um alimento bastante apreciado pela população de diversas faixas etárias, sendo as crianças e adolescentes os maiores consumidores, mas os adultos também apresentam hábitos de consumo deste alimento. O consumo frequente deste tipo de produto pode apresentar como consequência um elevado índice de peso podendo causar a obesidade, riscos coronários, diabetes e até mesmo câncer.

No intuito de melhorar a qualidade nutricional deste produto cárneo, o presente estudo procurou melhorar as características nutricionais de hambúrgueres pela substituição de gordura suína (toucinho) por farinha de linhaça.

A linhaça possui um alto teor de lipídios, e uma das principais fontes de ácidos graxos ômega-3 (n-3) onde cerca de 50% da fração lipídica são compostas por ácido alfa-linolênico, (LNA, n-3), que pode atuar na prevenção de doenças cardiovasculares, hipertensão e desordens inflamatórias.

Atualmente existe grande interesse, por parte da população, em especial por parte dos adeptos consumidores de hambúrgueres e a comunidade científica busca por alimentos mais saudáveis e até mesmo com propriedades funcionais.

Em face à isso, esta pesquisa procurou desenvolver um produto cárneo tipo hambúrguer com carne bovina e estudar a viabilidade e aceitação da substituição da gordura suína (toucinho) por farinha de linhaça para suplementação de ácidos graxos essenciais, em especial os da série ômega-3 (n-3) com o intuito de melhorar

as características nutricionais do produto, contribuindo para melhor saúde do consumidor.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Elaborar e avaliar hambúrgueres bovinos suplementados com farinha de linhaça em substituição a gordura suína nas formas: *in natura*, grelhada e frita.

2.2 Objetivos específicos

Elaborar hambúrgueres com adição de farinha linhaça em substituição a gordura suína;

Determinar as características de cozimento;

Determinar a composição proximal;

Determinar a composição dos principais ácidos graxos;

Avaliar o índice de oxidação lipídica;

Quantificar ferro, potássio, magnésio, sódio, fósforo e zinco.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A alimentação humana

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

Atualmente, é cada vez mais evidente a busca por produtos de preparo rápido, em virtude do ritmo acelerado das cidades, o que impõe de certa forma alguns comportamentos de consumo, dados pela escassez do tempo (ORTIGOZA, 2008).

Em decorrência desta nova demanda por produtos de fácil e rápido preparo, a indústria e comércio vêm apresentando alternativas adaptadas a estas condições urbanas contribuindo para mudanças no consumo alimentar (GARCIA, 2003).

Esse contexto tem favorecido o consumo de produtos industrializados, geralmente produzidos em grande escala, de rápido preparo e ao mesmo tempo barato. Surgem então no mercado, produtos como os hambúrgueres, que se tornaram opção crescente entre a população, as sanduicherias, redes de restaurantes *fastfoods* entre outros (TAVARES e SERAFINI, 2003).

A alimentação, de acordo com Willett (2000) e com a Organização Pan-Americana de Saúde (2013), contribui de várias formas para a determinação do risco cardiovascular. Há estudos demonstrando que as doenças cardiovasculares, em especial cardiopatias e acidentes vasculares cerebrais, podem ser reduzidas em 30% com modificações na dieta, cuja composição pode constituir um fator de risco ou de proteção.

Alimentos contendo colesterol, ácidos graxos saturados, ácidos graxos trans e sódio, quando consumidos periodicamente e inadequadamente podem contribuir para o surgimento de doenças cardiovasculares e/ou outras dela decorrentes. Por outro lado, alimentos contendo os ácidos graxos poliinsaturados (derivados do ômega-3 e do ômega-6) e os monoinsaturados, encontrados nos óleos vegetais e nos peixes, entre outros, podem ser benéficos e prevenir estes tipos de doenças (WHO, 2003).

Uma dieta é considerada balanceada quando contém lipídios, proteínas, carboidratos, vitaminas, alguns minerais e calorias suficientes para proporcionar um desenvolvimento saudável do indivíduo (CARRÃO-PANIZZI e MANDARINO, 1998).

3.2 A carne bovina

O Brasil é um grande produtor mundial de proteína animal e tem no mercado interno o principal destino de sua produção. Considerando a produção brasileira de carnes (bovina, suína e de aves) em 2010, estimada em 24,5 milhões de toneladas, temos que 75% dessa produção são consumidas internamente no país.

Neste ano, o consumo per capita de carnes aumentou em relação ao ano anterior chegando a 37,4 kg para carne bovina; 43,9 kg de carne de aves e 14,1 kg de carne suína, refletindo o bom desempenho da economia brasileira. Também as carnes ovinas e caprinas, assim como a produção de leite e seus derivados, são consumidas majoritariamente no mercado interno brasileiro (MINISTERIO DA AGRICULTURA, 2013).

A carne possui elevado teor nutritivo, sendo fonte de proteína de alto valor biológico e aminoácidos essenciais, possui alguns minerais além do ferro, zinco e magnésio e vitaminas do complexo B. Ainda que seja evidente, que a carne forneça a maior parte dos nutrientes necessários à saúde existem controvérsias sobre o efeito de outros fatores, que acabam restringindo o consumo de carne pela população, como o seu elevado custo e a associação de sua ingestão com problemas cardiovasculares, obesidade, hipertensão e desenvolvimento de carcinomas (COSGROVE et al., 2005; LAWRIE, 2005).

Os aspectos qualitativos e nutricionais são importantes para a pecuária nacional, pois o Brasil é o maior exportador de carne bovina, com um rebanho de 207,2 milhões de animais (IBGE, 2007).

Pesquisas têm sido realizadas enfocando a qualidade de carne bovina nos últimos 20 anos, e a maciez é sempre apontada como fator essencial para o julgamento da qualidade do produto (KOOHMARAIE, 1994).

A composição centesimal da carne de bovinos varia de acordo com o músculo e origem, teor de gordura e o tipo de corte. De forma geral, para uma carne magra, a composição média é 20% proteínas, 9% gordura, 70% umidade, 1% de cinzas e menos de 1% de carboidratos (OLIVO, 2004).

Em decorrência do consumo de carnes, principalmente bovina, o Brasil apresenta um avanço considerável da tecnologia em produtos animais, com elaboração dos conhecidos produtos cárneos.

3.3 Produtos cárneos

Com vistas a atender a demanda por produtos cárneos industrializados, os quais conquistaram o mercado consumidor por algumas vantagens que são específicas deste tipo de produto, como: a facilidade no modo de preparo e o pouco tempo para sua preparação tem contribuído para que indústrias do setor alimentício desenvolvam novos produtos que além de serem práticos apresentem boas características nutricionais e sensoriais.

O processamento da carne resulta em quantidade considerável de subprodutos de grande valor biológico. O setor industrial e de comercialização da carne no Brasil tem experimentado um crescimento contínuo nos últimos anos, sendo os derivados mais consumidos, a salsicha, a mortadela e os patês de presunto e de frango (GONÇALVES et al., 1995).

Para a fabricação de alguns produtos cárneos, dentre eles a salsicha e a mortadela, é necessário que a carne seja mecanicamente separada. Essa carne é uma matéria-prima de baixo custo, cuja textura pastosa, fina e uniforme, diferente da textura mais fibrosa da carne desossada manualmente e tem sido predominantemente utilizada em produtos emulsionados (MORI et al., 2006).

Diferente dos produtos emulsionados, os hambúrgueres são produtos cárneos industrializados, 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, semi-frito, cozido, frito, congelado ou resfriado” de acordo com sua classificação (BRASIL, 2003).

Este alimento tornou-se um produto consumido por todas as classes populares pela praticidade que representa, pois possui nutrientes que alimentam e saciam a fome rapidamente, o que combina com o estilo de vida de quem se instala em centros urbanos (HAUTRIVE et al., 2008 apud BARBOSA 2010; ORTIGOZA, 2008).

O consumo demasiado deste tipo de alimentação pode ser prejudicial à saúde humana, causando a obesidade e doenças decorrentes como hipertensão, *diabetes*

mellitus e dislipidemias. Essas doenças há alguns anos eram identificadas apenas nos indivíduos adultos ou idosos, mas nos anos mais recentes, as crianças também têm sido vítimas dessas ocorrências que já atingem números alarmantes (ORTIGOZA, 2008).

Assim, o desenvolvimento de produtos cárneos com boas qualidades nutricionais torna-se desejáveis. O desenvolvimento de hambúrgueres adicionados de farinha de linhaça em substituição à gordura suína vem de encontro ao consumo de alimentos funcionais, uma vez que a adição de farinha de linhaça não somente pode contribuir para incorporação de ácidos graxos essenciais ômega-3 (n-3), como também pode fornecer quantidades de fibras, provenientes da semente de linhaça.

3.4 Lipídios e ácidos graxos essenciais em produtos cárneos

Os óleos e as gorduras são ésteres formados a partir de ácidos graxos e glicerol. São conhecidos por glicerídeos, triglicérides e triglicerídeos, no entanto o nome triacilglicerol está diretamente ligado a estrutura molecular (VISENTAINER e FRANCO, 2012).

Óleos e gorduras são substâncias hidrofóbicas de origem animal ou vegetal, predominantemente constituídos por triacilglicerois, compostos estes formados por uma molécula de glicerol e três ácidos graxos (MANDARINO et al., 2005).

Visentainer e Franco (2012) citam que os lipídios apresentam características oleosas ou gordurosas, possuindo duas funções principais: como componentes de membranas e como forma de armazenamento de energia. Salientam ainda que gorduras, óleos e ceras naturais são principalmente ésteres de elevada massa molecular, sendo eles coletivamente chamados de lipídios.

Os lipídios desempenham um importante papel no que diz respeito à qualidade de certos produtos alimentares, principalmente em relação às propriedades organolépticas que os tornam desejáveis, e, além disso, conferem valor nutritivo aos alimentos, constituindo fonte de energia, fonte de ácidos graxos essenciais e fonte de vitaminas lipossolúveis (SILVA et al., 2007; RIQUE, 2005).

Há estudos que comprovam a ação dos lipídios na dieta, possuindo um papel no risco de desenvolvimento de diversas doenças crônicas. Estudos epidemiológicos prévios sugerem uma associação positiva entre consumo de ácidos graxos trans e

ocorrência de doenças cardiovasculares em ambos os gêneros (BERTOLINO et al., 2006).

Os lipídios tornam os alimentos mais saborosos do ponto de vista sensorial, sendo ingredientes importantes na formulação de diversos alimentos como bolachas, pães, bolos, cremes, dentre outros (RIQUÉ, 2005).

Conforme Visentainer e Franco (2012) é importante precisar a posição da última dupla ligação da cadeia, pois é esta quem define as séries que esses ácidos graxos irão representar, sendo as mais conhecidas a ômega-3, ômega-6 e ômega-9. Todas elas apresentando um papel biológico específico para o organismo vivo.

Dentre os lipídios, estão contidos diversos ácidos graxos que conferem um efeito benéfico à saúde humana, a exemplo citam-se os ácidos graxos ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6) que atuam no crescimento do indivíduo, formação e desenvolvimento do sistema reprodutor, síntese de hormônios, dentre outros (VOSS, 1994). Ainda que especificamente, os n-3 são essenciais para hipertensão, trombozes, doenças cardiovasculares, entre outras (MANDARINO et al., 2005).

Os ácidos graxos n-6 e derivados do ácido linoléico (LA) exercem papel fisiológico importante, pois, participam das estruturas de membranas celulares, influenciam na viscosidade sanguínea, na permeabilidade dos vasos sanguíneos, na pressão arterial, funções plaquetárias (MANDARINO, 2005).

Barrera-Arellano (2000), ressalta que os ácidos n-6 são caracterizados por propiciarem alguns pontos positivos para a saúde, podendo atuar em diversas reações anti-inflamatórias, antitrombótica e atividade hipocolesterômica, desde que consumido em quantidades ideais.

Por outro lado, o excesso na ingestão desses lipídios pode gerar consequências graves ao organismo, como: prejudicar o sistema imunológico, reduzir a lipoproteína de alta densidade (High Density Lipoprotein, HDL) conhecido como “bom colesterol”, aumentar a frequência do câncer de mama e próstata, dentre outras (FERNANDES, 2005).

Os produtos cárneos possuem um teor considerável de ácidos graxos, especialmente os ácidos graxos saturados (AGS). No entanto, é de interesse do consumidor produtos de origem animal que apresentem maior teor de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e considerável teor de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), especialmente os da série ômega-3 (n-3), promovendo assim um padrão de vida saudável e prevenindo o desenvolvimento de doenças cardiovasculares

(LAWRIE, 2005; SOUZA e VISENTAINER, 2006; RODRIGUES et al., 2004). Na alimentação humana, a ingestão diária de ácidos graxos n-6 deve ser de 2,5 a 5,8 gramas (BENDER, 1982).

Os ácidos graxos da série ômega-3 (n-3) são conhecidos como essenciais na dieta dos seres humanos, pois não podem ser sintetizados pelas células de animais, sendo conseguido na alimentação. Eles desempenham importantes funções no desenvolvimento e funcionamento do cérebro e da retina, além de apresentarem diminuição das taxas de triglicérides e colesterol total no sangue e ainda participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo (MANDARINO et al., 2005). O ácido linolênico (n-3) é importante para o consumo humano, pois ele é precursor do ácido decosaexaenóico (22:6n-3) que participa da formação da bainha de mielina do sistema nervoso central em humanos (ALMEIDA et al., 2009). Uma das principais fontes na dieta de n-3 de cadeia longa são os óleos das sementes oleaginosas, particularmente o óleo de linhaça, que é precursor destes ácidos graxos e, portanto, rica fonte deste elemento (SOUZA e VISENTAINER, 2006). Um consumo elevado de ácido linolênico pode inibir a formação, pelas dessaturases, do ácido graxo n-6, causando problemas como a disfunção plaquetária (BARRERA-AURELANO, 2000).

3.5 A linhaça

O uso da semente de linhaça para enriquecer alimentos, como pães, bolos, biscoitos e cereais matinais, constitui numa excelente alternativa para a suplementação de fibras e alguns processos incluem o óleo de linhaça em rações animais, tendo que os produtos derivados ricos em ácidos graxos essenciais na dieta, aumentam a qualidade nutricional do produto final, colaborando na constipação intestinal, evitando obstruções das artérias e promovendo a renovação celular (MANDARINO, et al., 2005).

A semente de linhaça tem sido atualmente bastante consumida, devido as suas propriedades benéficas, pois contém de 30 a 40% de gordura, de 20 a 25% de proteína e de 20 a 28% de fibra em sua composição. É uma das principais fontes vegetais dos ácidos graxos ômega-3, constituindo cerca de 50% do total de gordura encontrado na semente (CARTER, 1993).

A linhaça é considerada um alimento funcional, pois, além de suas funções nutricionais básicas, produz efeitos metabólicos e fisiológicos benéficos à saúde, além de ser uma rica fonte dos ácidos graxos α -linolênico (LNA) e linoléico (LA), precursores de outros ácidos graxos das séries ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6), respectivamente (ALVARENGA, 2012), os quais desempenham importantes funções no organismo, constituindo membranas celulares e participando de diversos processos metabólicos (MANDARINO et al., 2005; CARTER, 1993).

Além disso, os ácidos graxos das séries n-3 e n-6 são metabolicamente diferentes e possuem funções fisiológicas opostas, deste modo o equilíbrio nutricional é importante para se conseguir a homeostasia e desenvolvimento normal do organismo. Um balanço adequado na proporção de n-6/n-3 na dieta é essencial no metabolismo do organismo humano, podendo levar a prevenção de doenças cardiovasculares e crônicas degenerativas e também a uma melhor saúde mental (NOVELLO, 2008).

Mandarino et al. (2005) observaram que o ácido α -linolênico (n-3) é encontrado em concentrações elevadas na semente de linhaça, variando de 46,6 a 51,5% do total de ácidos graxos. Cunnane et al. (1993) relatam que as altas concentrações de fibras alimentares presentes na semente de linhaça, fração solúvel (40% das fibras) e insolúvel (60%, sendo a lignina a maior porção) possuem papel importante na redução das concentrações séricas de LDL-colesterol.

A semente de linhaça também é rica em ácidos fenólicos, que agem como antioxidantes, e ligninas, substâncias com estrutura química muito semelhante ao estrogênio, exercendo atividade semelhante à deste hormônio. A proteína presente na linhaça é semelhante à da soja, caracterizando-a como uma proteína completa. As fibras alimentares encontradas apresentam uma boa proporção entre a fibra solúvel e a insolúvel, auxiliando, portanto, tanto na diminuição do colesterol como no bom funcionamento do intestino (ROLIM, 2013).

3.6 Oxidação lipídica

A oxidação lipídica, quando se trata de alimentos, está relacionada ao desenvolvimento do ranço, da produção de compostos responsáveis por cheiros e sabores característicos, muitos prejudiciais à saúde, da ocorrência de um elevado número de reações de polimerização e de cisão. Este tipo de reações não só diminui

o tempo de vida e o valor nutritivo dos produtos alimentares, como podem gerar compostos nocivos (FRANKEL, 1993).

A oxidação lipídica é um fenômeno espontâneo e inevitável, com uma implicação direta no valor comercial de ácidos graxos e lipídios num contexto geral, ou ainda de todos os produtos que a partir deles são formulados, se tratando de engenharia de alimentos, cosméticos e medicamentos (SILVA et al., 1999).

A peroxidação lipídica é considerada a principal causa de deterioração dos lipídios e matérias graxas de um alimento. Quando longe do seu contexto natural de proteção, os ácidos graxos sofrem no decurso de processos de transformação e armazenamento, algumas alterações como a oxidação. A oxidação de compostos lipídicos tem como principal consequência a modificação do *flavor* original e o aparecimento de odores e gostos característicos do ranço, o qual representa para o consumidor, ou para o transformador industrial, uma importante causa de depreciação ou rejeição (SILVA et al., 1999).

A oxidação lipídica é constituída de três fases principais: a iniciação, a propagação e a terminação (SEVANI e HOCHSTEIN, 1985). De acordo com Slater et al. (1987) as reações de iniciação da oxidação de gorduras podem ser promovidas por dois grupos de fatores: primeiro pelo impacto ou absorção de energia e segundo por reações redox. Tais fatores são causados por irradiação que podem romper a barreira eletroquímica entre o oxigênio e as moléculas de ácidos graxos insaturados constituindo iniciadores da oxidação lipídica (KANNER, 1994) sendo observadas pela formação de malonaldeído.

Porém, um dos problemas relacionado aos ácidos graxos poliinsaturados são as alterações oxidativas que modificam o sabor original, resultando na produção de aromas desagradáveis, descoloração, rancidez e quebra de emulsões (ZHANG et al., 2010), principalmente durante ao armazenamento em condições inadequadas (SILVA, 1999) e redução no valor nutritivo do alimento, como consequência da perda de ácidos graxos de importância biológica (RAMALHO e JORGE, 2006).

Segundo Silva et al. (2007), a peroxidação lipídica é considerada a principal causa de deterioração de ácidos graxos, isso ocorre frequentemente quando o alimento passa pelo processo de industrialização ou encontra-se fora do seu contexto de proteção natural, o qual representa para o consumidor, ou para o transformador industrial, uma importante causa de depreciação ou rejeição do produto.

No intuito de diminuir e até mesmo retardar o processo oxidativo, a indústria de alimentos utiliza substâncias conhecidas como antioxidantes. Estas substâncias têm por função atuar como inibidores da reação, fazendo papel ou de doadores de hidrogênio ou de aceptores de radicais livres dos ácidos graxos. Os antioxidantes são considerados produtos que interferem na fase de iniciação da reação de oxidação, produzindo compostos que não participam do processo em cadeia de radicais livres (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

3.7 Malonaldeído em alimentos

A busca por alimentos de qualidade tem aumentado nos últimos anos, tornando necessária a profissionalização nos setores de produção, a industrialização e a comercialização de produtos alimentícios. Os fatores que determinam a qualidade de carnes incluem a composição química, principalmente a quantidade e qualidade dos componentes gordurosos, e as características organolépticas, diretamente ligadas ao sabor ou às qualidades gustativas (MADRUGA, 2004).

O estudo da oxidação lipídica tem sido identificado como um campo da investigação científica consolidada sendo complexas as reações químicas envolvidas e os produtos formados. Assim, os lipídios insaturados e poliinsaturados, em consequência da oxidação lipídica, tornam-se rançosos. Esta rancidez é uma das maiores causas de deterioração no armazenamento de carnes (GRAY, 1978). Os efeitos dos produtos de oxidação lipídica presentes na dieta mostram ser maléficis à saúde do consumidor, embora necessitem de mais estudos (ADDIS et al., 1983 e PEARSON et al., 1983).

Uma forma utilizada para detectar a presença de moléculas oriundas da oxidação lipídica é através do malonaldeído o qual pode ser formado "in vivo" ou pré formado em alimentos. Há alguns estudos mostrando que o malonaldeído possui características cancerígenas (SHAMBERGER et al., 1974) e ainda outros citando que ele possa ser mutagênico (MUKAI e GOLDSTEIN, 1976). A maior parte dos produtos de oxidação lipídica, como o malonaldeído e óxidos de colesterol têm chamado a atenção da comunidade científica devido à sua provável relação com a formação de câncer (PEARSON et al., 1983 e ADDIS, 1986).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Formulação dos Hambúrgueres

Os hambúrgueres foram preparados segundo indicado por Terra (1998), com algumas modificações. Foi utilizado carne bovina magra de paleta e toucinho. Estes ingredientes foram adquiridos em comércio varejista do município de Francisco Beltrão–PR. Após a limpeza da carne (retirada da gordura e tecido conjuntivo aparente), esta foi moída em disco de 8 mm e o toucinho moído em disco de 5 mm. Após a moagem, foram adicionados na seqüência a água e o sal, para a extração das proteínas miofibrilares. Após conveniente mistura, os demais ingredientes foram colocados um a um, com exceção do toucinho. Essa massa foi dividida em 5 (cinco) porções, onde foram adicionados o toucinho e a farinha de linhaça em diferentes proporções, originando os tratamentos apresentados na Tabela 1.

Após a homogeneização dos ingredientes de cada formulação, os hambúrgueres foram prensados e moldados em uma hamburgueira manual de 11 cm de diâmetro, obtendo-se hambúrgueres com peso líquido de 100 g cada e em sequência foram embalados. Os hambúrgueres foram congelados a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o momento de realização das demais análises.

Tabela 1 - Ingredientes utilizados nas formulações* dos hambúrgueres

Ingredientes (%)	F1	F2	F3	F4	F5
Carne bovina	74,25	74,25	74,25	74,25	74,25
Farinha de linhaça Estabilizada	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0
Gordura Suína - Toucinho	10,0	7,5	5,0	2,5	0,0
Água	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Proteína texturizada de soja	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Sal	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Pimenta branca moída	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
alho em pó	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
glutamatomonossódico	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
eritorbato de sódio	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

*Foram preparados 10 hambúrgueres de cada formulação.

4.2 Tratamento térmico

4.2.1 Método por fritura

O método de cozimento por fritura foi realizado de acordo com metodologia descrita por Borba (2010) e para isso foi utilizada frigideira antiaderente, pré-aquecida por 2 minutos. Os hambúrgueres foram fritos com adição de uma colher de chá de óleo (2 gramas), virando-se a cada dois minutos até completar o tempo total de 4 minutos. A frigideira foi higienizada a cada repetição.

4.2.2 Método por grelhamento

Conforme figura 1, os hambúrgueres foram grelhados em chapa aquecida untada com óleo vegetal. A cada 1 minuto, foram virados, até apresentar aspecto de grelhado. O tempo de grelha em média de 9 minutos, até temperatura interna de 71°C por 15 segundos (ARISSETO e POLLONIO, 2005).



Figura 1 - Grelhamento dos hambúrgueres.

4.3 Característica de cozimento

Após tratamento térmico, os hambúrgueres foram avaliados quanto ao rendimento de cocção, retenção de umidade, retenção de gordura e encolhimento realizados de acordo com metodologias descritas por Seabra et al. (2002), Marques (2007) e Piñero et al. (2008) em amostras *in natura*, fritas e grelhadas.

As equações (01, 02, 03 e 04) foram utilizadas para determinação das características do cozimento.

Equação 01:

% rendimento = $\text{Peso da amostra cozida} \times 100 / \text{peso da amostra crua}$

Equação 02:

% encolhimento = $(\text{Diâmetro da amostra crua} - \text{Diâmetro da amostra cozida}) \times 100 / \text{Diâmetro da amostra crua}$

Equação 03:

% Retenção de Umidade = $(\text{peso cozido} \times \% \text{ da amostra cozida}) \times 100 / \text{Peso cru} \times \% \text{ umidade da amostra crua}$

Equação 04:

% Retenção de gordura = $(\text{peso cozido} \times \% \text{ da amostra cozida}) \times 100 / \text{Peso cru} \times \% \text{ gordura da amostra crua}$

4.4 Umidade, Cinzas e Proteínas

As análises de umidade, cinzas e proteína bruta foram realizadas conforme as técnicas da AOAC (1997).

4.5 Lipídios Totais

Na extração dos lipídios totais, foi empregado o método de Bligh e Dyer (1959). Os lipídios totais foram armazenados em frascos âmbar, para posterior análise de ácidos graxos.

4.6 Carboidratos

A determinação de carboidratos foi determinada por diferença [(100 – (proteína + umidade + lipídios + cinzas)] conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.7 Valor Calórico

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

$$\text{Equação (10): Valor calórico (kcal/100g)} = (\text{PT} \times 4) + (\text{C} \times 4) + (\text{L} \times 9)$$

Onde: PT = Proteína total;

C = Carboidratos

L = lipídeos.

4.8 Transesterificação dos Lipídios Totais

A transesterificação dos lipídios totais (LT) foi realizada conforme método 5509 da ISO (1978). A fase superior (n-heptano e ésteres metílicos de ácidos graxos) foi transferida para frascos de 5mL de capacidade, fechados hermeticamente e armazenados em congelador (-18°C), para posterior análise cromatográfica.

4.9 Análise Cromatográfica dos Ésteres Metílicos

Os ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG) foram separados utilizando um cromatógrafo gasoso Agilent Technologies 7890A, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida DB-FFAP (30m, 0,25mm e 0,25µm). A temperatura da coluna foi de 80°C por 3 minutos, sendo então elevada para 200°C a uma taxa de 15°C/min, permanecendo nesta temperatura por 15 minutos. As temperaturas do injetor e detector foram 200°C e 220°C, respectivamente. Os fluxos dos gases (White Martins), foram de 25mL/min para o

gás de arraste (H_2); 25mL/min para o gás auxiliar (N_2) e 30 mL/min e 250 mL/min para o H_2 e para o ar sintético da chama, respectivamente. A razão de divisão da amostra (*split*) foi de 200/1. As injeções foram realizadas em três replicatas e o volume de injeção foi de 0,5 μ L. As áreas de picos foram determinadas utilizando-se um Integrador-Processador Agilent Open Lab CDS (EZ Chrom Edition). A identificação de ácidos graxos foi baseada na comparação dos tempos de retenção relativo dos picos de (EMAG) de amostras com padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma), por co-eluição em 1mL/25 mL de heptano. Os resultados foram dados em % de ácidos graxo em 100 g de lipídios.

4.10 Análise de Oxidação Lipídica

O preparo das amostras foi efetuado segundo Tarladgis (1964) onde em dez gramas de amostra, em triplicata, foi adicionado 98 mL de água destilada, 2,5 mL de ácido clorídrico 4mol L⁻¹, e 5 gotas de antiespumante (8 partes de Span 80 e 1,3 partes de Tween 20) num erlenmeyer de 500 mL com algumas pérolas de vidro. Em seguida, a solução foi destilada durante 10 minutos e coletado cerca de 50 mL conforme figura 2.

Segundo Kakuda et al. (1981) o destilado foi homogeneizado, transferido para vials e injetado em um HPLC marca Agilent Technologies 1260 Infinity com coluna C18 (15cm por 4,7cm Agilent). A amostra foi lida em um VWD 1260 Agilent Technologies a 254 nm com fluxo de 0,7ml/min e sensibilidade de 0,005 AUFS a uma temperatura de forno da coluna de 25°C. O volume de injeção foi de 10 μ L e tempo de retenção do malonaldeído foi de aproximadamente 1,5 minutos.



Figura 2 - Análise de extração do malonaldeído para posterior análise em HPLC.

4.11 Quantificação dos minerais

A análise de minerais foi realizada segundo metodologia DIN 38 406, 1983 adaptado.

Foram pesados aproximadamente 0,2 gramas da amostra em béqueres de 50 mL forma alta. Na sequência foram adicionados 2 mL de ácido nítrico e 6 mL de ácido clorídrico sendo colocados em chapa aquecedora durante 6 horas cobertos com um vidro relógio para evitar a perda de ácidos durante o aquecimento. Na sequência foram transferidos para tubo falcon de 50 mL completados com água e colocados numa centrífuga marca Hermle a 5000 rpm numa temperatura de 20°C durante 15 minutos. Depois disso, as amostras foram lidas em ICP-OES Agilent Technologies, Série 700, Modelo 710 – ICP-OES com tocha horizontal e injetor automático marca Agilent Technologies modelo AY1207M007. Os resultados foram expressos em mg.Kg⁻¹.

4.12 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, através do software Statistica, versão 5.0, (STATISTICA, 2005).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características físicas de cozimento do produto cárneo tipo hambúrgueres.

O modo com que os alimentos são preparados pode interferir na sua composição, principalmente pelo efeito do calor, desagregando a estrutura dos alimentos e melhorando sua palatabilidade e digestibilidade (TSCHEUSCHNER, 2001). A Tabela 2 apresenta as características de cozimento que foram avaliadas através dos percentuais de rendimento, encolhimento, retenção de umidade e retenção de gordura

Tabela 2 - Características de cozimento do produto tipo hambúrgueres submetidos ao processo de tratamento térmico através de fritura e grelhamento.

Tratamentos	Formulações	Rendimento (%)	Encolhimento (%)	Ret. de umidade (%)	Ret. de gordura (%)
Hambúrgueres Fritos	F1	78,11±0,01d	15,94±0,03a	76,91±0,01c	53,73±0,01b
	F2	83,48±0,01c	17,09±0,04a	77,54±0,01c	67,53±0,01 ^a
	F3	86,30±0,02bc	8,70±0,01b	85,00±0,02b	48,88±0,01c
	F4	88,46±0,01ab	8,70±0,01b	92,02±0,01 ^a	63,03±0,01 ^a
	F5	90,17±0,01a	8,70±0,01b	91,41±0,01 ^a	61,87±0,01 ^a
Hambúrgueres Grelhados	F1	79,18±0,01c	17,39±0,01a	77,97±0,01c	43,93±0,01c
	F2	81,97±0,01bc	8,70±0,01b	76,13±0,01c	60,17±0,01b
	F3	84,81±0,01ab	8,70±0,01b	83,52±0,00b	60,96±0,01b
	F4	86,59±0,01a	8,70±0,01b	90,08±0,01 ^a	74,72±0,01 ^a
	F5	85,1±0,02ab	8,70±0,01b	86,27±0,02ab	75,05±0,02 ^a

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

Os resultados dos parâmetros que representam as características de cozimento (fritura) do produto cárneo elaborado mostram que a formulação F5 (10% de farinha de linhaça e 0% de gordura suína) apresentou o maior rendimento (90,17%) e que a formulação F1 (10% de gordura suína e 0% de farinha de linhaça) apresentou o menor rendimento (78,11%). De acordo com Pinheiro (2008), o processo térmico utilizado na preparação do alimento altera o rendimento do produto final, isso foi percebido, nas formulações elaboradas, pois o aumento do percentual de farinha de linhaça adicionada contribuiu para o aumento de rendimento do produto.

As amostras de hambúrgueres submetidas ao grelhamento apresentaram maiores rendimentos nas formulações F4 (86,59%) e F5 (85,10%) não apresentando diferença significativa ($p>0,05$) entre estes valores. As mesmas formulações

apresentaram também os maiores percentuais de retenção de umidade, o que induz a concluir que a farinha de linhaça apresentou habilidade em reter água no produto, inclusive durante o processo de cozimento (fritura e grelhamento). Resultado igual foi observado por Seabra, (2002) empregando farinha de aveia em produtos cárneos, ressaltando ainda, que além da retenção de água contribuiu com a adição de fibra dietética nos produtos cárneos.

Por outro lado, estas formulações juntamente com a F3 apresentaram menor retração (8,70%).

A menor retração dos hambúrgueres foi observado nas formulações F3, F4 e F5 que continham farinha de linhaça nas proporções de 5,0, 7,5 e 10%, sugerindo que os componentes da farinha linhaça assim como a farinha de aveia aumentaram, como menciona Costa (2011), a estabilidade ao congelamento/descongelamento, reduziram a sinérese e resistiram ao calor, favorecendo para um menor percentual de encolhimento.

O tratamento térmico por meio de fritura apresentou maior percentual de rendimento e retenção de umidade para as formulações F4 (88,46% de rendimento e 92,02 de retenção de umidade) e F5 (90,17% de rendimento e 91,41% de retenção de umidade).

O percentual de encolhimento apresentou valores iguais (8,70%) para ambas as formas de tratamento térmico (fritura e grelhamento). Borba (2010) encontrou valores maiores aos deste estudo quando estudou o efeito de diferentes processos de cocção sobre o percentual de encolhimento de hambúrgueres bovinos, sendo encontrados os seguintes valores: 22,8% de encolhimento para cocção por microondas; 16,87% para cocção em forno convencional e 12,88% para cocção via fritura.

Em todas as formulações com adição de farinha de linhaça, tanto em fritura como em grelhamento, os teores de retenção de gordura foram maiores do que as formulações com maior teor de toucinho e menor teor de farinha de linhaça.

5.2 Composição proximal do produto cárneo bovino tipo hambúrguer.

O processo de tratamento térmico da carne pode alterar os valores dos teores de proteína, gordura, cinzas e matéria seca devido à perda de nutrientes e água durante o preparo de alimentos (ROSA et al., 2006).

Os valores médios da composição proximal e os respectivos desvios padrões dos teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios totais, carboidratos e valores calóricos, avaliados em hambúrgueres de carne bovina (*in natura* – cru) e submetidos aos tratamentos térmicos de fritura e grelhamento estão apresentados nas tabelas 3 a 8.

Tabela 3 – Resultados dos teores de umidade de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça nas formas *in natura*, grelhado frito dados em porcentagem (%).

Formulações	F1	F2	F3	F4	F5
<i>in natura</i>	64,77 ± 2,24Aa	64,73 ± 0,31Aa	60,32 ± 0,48Aa	57,60 ± 0,15Bb	59,37 ± 0,31Bb
Grelhado	63,69 ± 0,71Ba	63,40 ± 0,71Aa	61,06 ± 0,71Aab	60,13 ± 0,71Ab	59,89 ± 0,19Bc
Frito	61,41 ± 0,55Ca	60,13 ± 0,42Ba	59,40 ± 0,06Bb	59,92 ± 0,47Ab	60,19 ± 0,39Aa

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

Os resultados dos teores de umidade para amostras *in natura* foram maiores nas formulações F1, F2, e F3 sem diferença significativa entre os valores ($p>0,05$). Os teores médios de umidade para as formulações F4 (adição de 7,5% de farinha de linhaça) e F5 (adição de 10% de farinha de linhaça), por sua vez, foram menores que das três primeiras formulações, com de 57,60% e 59,37%, respectivamente, não diferindo significativamente ($p>0,05$) entre si.

Os resultados apresentados para os teores de umidade das formulações de hambúrgueres nos levam a supor que a adição de 7,5% e 10% de farinha de linhaça nas formulações F4 e F5, contribuiriam para a redução do teor de umidade nestas amostras.

Os teores de umidade (amostras *in natura*) encontradas neste estudo são semelhantes aos valores encontrados por Borba (2010) em amostras de hambúrgueres bovino cru (60,29%) e inferiores aos valores encontrados por Ferrão et al. (2012), em amostras de hambúrgueres bovino *in natura* formulados com diferentes níveis de extrato de farelo de arroz, cujos valores variaram de 72,24 a 72,60%.

Os teores de umidade das amostras de hambúrgueres bovino, submetidos ao tratamento térmico por meio de fritura e grelhamento apresentaram valores que variaram de 59,40% (F3) a 61,41% (F1) com diferença significativa ($p<0,05$) para os hambúrgueres fritos e de 59,89% (F5) a 63,69% (F1) para os hambúrgueres grelhados com diferença significativa entre os valores ($p>0,05$).

Valores inferiores foram encontrados por Borba (2010) em hambúrguer bovino submetido a diferentes processos de tratamento com valores de 49,96% para amostras de hambúrgueres submetidos à fritura, 55,77% para amostras de hambúrguer assado em forno convencional e 47,84% para amostras de hambúrgueres submetidas ao processo de cocção em microondas.

De acordo com Roça (2000), a carne vermelha magra possui em torno de 75% de água, em peso. Por ser um componente abundante, a água influencia na qualidade da carne, contribuindo para a suculência e palatabilidade (textura, cor e sabor) (VIEIRA et al., 2007). Por outro lado, colabora com as reações que ocorrem na carne durante o armazenamento e processamento.

Tabela 4 – Resultados obtidos dos teores de cinzas de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça nas formas *in natura*, grelhado frito dados em porcentagem (%).

Formulação	F1	F2	F3	F4	F5
<i>in natura</i>	2,67 ± 0,10Ca	2,71 ± 0,15Ba	2,62 ± 0,04Ba	2,94 ± 0,01Bb	3,12 ± 0,03Ab
Grelhado	3,05 ± 0,07Aa	3,18 ± 0,04Aa	3,06 ± 0,48Aa	3,21 ± 0,04Aa	3,17 ± 0,06Aa
Frito	3,18 ± 0,12Aa	3,10 ± 0,08Aa	3,26 ± 0,01Aa	3,11 ± 0,03Aa	2,99 ± 0,19Aa

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

Os valores encontrados dos teores de cinzas (amostras *in natura*) nas formulações F4 e F5 foram superiores aos valores das formulações F1, F2 e F3 mostrando diferença significativa entre estas formulações. Este fato pode ser decorrente dos percentuais de farinha de linhaça adicionados nas formulações F4 (7,5%) e F5 (10%). A linhaça, segundo Madarino et al. (2005), apresenta 4% de cinzas e parte deste valor pode ter sido incorporado aos hambúrgueres. Valores semelhantes (3,16%) foram encontrados por Borba (2010) em amostras de hambúrguer bovino cru e por Marques (2007) em amostras de hambúrgueres formulados com diferentes percentuais de farinha de aveia, cujos valores variaram de 2,58% a 2,90%.

O teor de cinzas também apresentou um pequeno aumento nos valores quando submetidos ao tratamento térmico. Para amostras *in natura* os valores variaram de 2,62 a 3,12%; para as amostras submetidas ao processo de fritura os valores encontrados foram de 2,99 a 3,26% e quando submetidas ao grelhamento os valores variaram de 3,05 a 3,21%.

Borba (2010) também encontrou valores de cinzas maiores para amostras de

hambúrgueres que passaram pelo tratamento térmico, tendo encontrado os seguintes valores: 3,16% (amostra *in natura*); 3,85% (amostra frita); 3,49% (amostra assada em forno convencional) e 4,32% (amostra tratada termicamente em microondas).

Tabela 5 – Resultados obtidos dos teores de proteínas de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça nas formas *in natura*, grelhado frito dados em porcentagem (%).

Formulações	F1	F2	F3	F4	F5
<i>in natura</i>	19,71 ± 0,35Ca	20,33 ± 0,44Ba	20,46 ± 0,97Aa	20,87 ± 0,45Ba	20,78 ± 0,39Ba
Grelhado	22,16 ± 0,69Ba	22,05 ± 0,43Aba	22,28 ± 0,93ABa	22,43 ± 0,44Aa	22,47 ± 0,69Aa
Frito	23,81 ± 0,19Aa	23,16 ± 0,55Aa	23,17 ± 0,49Aa	22,08 ± 0,52Ab	22,31 ± 0,47Ab

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

Os teores médios de proteína (amostras *in natura*), encontrados neste estudo não diferiram estatisticamente ($p>0,05$) e seus valores variaram de 19,71% (F1) a 20,87% (F4), sendo superiores aos valores encontrados por Ferrão et al. (2012) que encontrou valores que variaram de 14,14% a 15,02%, em amostras de hambúrgueres bovino *in natura* formulados com diferentes níveis de extrato de farelo de arroz e semelhante aos valores encontrados por Passos e Kuaye (2002) em hambúrgueres bovinos formulados com diferentes percentuais de gordura, adição de cloreto de sódio e proteína texturizada de soja, cujos valores variaram de 17,33% a 19,17%.

O teor de proteína estabelecido pela legislação (BRASIL, 2000) para hambúrgueres devem apresentar um percentual mínimo de 15%. Todas as amostras avaliadas neste estudo encontram-se acima do limite mínimo estabelecido por esta legislação.

Após o tratamento térmico, os teores de proteínas variaram de 22,05% (F4) a 22,47% (F5) ambos para amostras grelhadas, diferindo estatisticamente ($p<0,05$). Quando se compara os valores dos teores de proteínas das amostras *in natura* (19,71 a 20,87%) com os valores após tratamento térmico, percebe-se que em ambos (grelhamento e fritura) os teores de proteínas foram superiores. Borba (2010) trabalhando com hambúrgueres submetidos a diferentes processos de cocção também encontrou valores menores para as amostras *in natura* (14,62%), quando comparadas com as amostras que passaram por diferentes processos de cocção:

Frito (17,54%), assado - Forno Convencional (18,34%) e Microondas (21,31%).

Segundo Roça (2000), a solubilidade das proteínas da carne é o principal fator que determina as propriedades de suculência, as quais são influenciadas pelo pH, temperatura e início do rigor-mortis.

Tabela 6 – resultados obtidos dos teores de lipídios de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça nas formas *in natura*, grelhado frito (%).

Formulação	F1	F2	F3	F4	F5
<i>in natura</i>	11,14 ± 1,13Aa	9,94 ± 0,52Ba	9,55 ± 0,85Ba	9,08 ± 0,74Ab	7,98 ± 1,12Bb
Grelhado	11,10 ± 1,82Aa	10,77 ± 0,99Aa	11,11 ± 1,39Aa	9,38 ± 1,00Aa	9,52 ± 0,85Aa
Frito	11,60 ± 1,30Aa	11,29 ± 1,40Aa	10,02 ± 1,54ABa	9,49 ± 0,78Aa	9,63 ± 0,68Aa

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

O percentual lipídico variou entre as diferentes formulações *in natura* com valores de 7,98% (F5) e 11,14% (F1). O maior percentual lipídico na formulação F1 pode ser explicado pelo percentual de gordura suína adicionada (10%), gordura esta geralmente empregada nas formulações tradicionais de hambúrgueres.

A legislação vigente determina que o conteúdo de gordura para hambúrgueres deve ser de no máximo 23% (BRASIL, 2000), o que implica dizer que as formulações desenvolvidas e as formas de preparo avaliadas neste estudo, estão de acordo com o estabelecido. A gordura é um ingrediente importante aplicado nas formulações de produtos alimentícios, pois contribui para melhor palatabilidade, maciez e suculência (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000 apud ARISSETO, 2003).

Os tratamentos térmicos utilizados no preparo dos hambúrgueres, não interferiram estatisticamente entre as formulações no teor lipídico, para as amostras de hambúrgueres submetidas ao processo de fritura e grelhamento. Para amostras fritas os valores variaram de 9,49% (F4) a 11,60% (F1) e para amostras grelhadas os valores variaram de 9,38% (F4) a 11,11% (F3). Os teores de lipídios encontrados por Borba (2010) foram superiores aos encontrados neste estudo, sendo de 18,31% (hambúrguer cru), 21,68% (hambúrguer frito), 16,38% (hambúrguer assado) e 19,51% (hambúrguer em microondas).

Tabela 7 - Teor de carboidratos* de hambúrguer bovino suplementado com farinha de linhaça nas formas *in natura*, grelhado e frito (%).

Formulações	F1	F2	F3	F4	F5
<i>in natura</i>	1,71 ± 0,35Ac	2,29 ± 0,22Ac	7,05 ± 1,01Ab	9,51 ± 0,78Aa	8,75 ± 1,20Aa
Grelhado	0,00 ± 0,00Bc	2,32 ± 0,48Ab	4,15 ± 0,91Ba	5,40 ± 0,16Ba	4,88 ± 1,37Ba
Frito	0,00 ± 0,00Bd	0,60 ± 0,01Bc	2,49 ± 0,08Cb	4,85 ± 0,86Ca	4,95 ± 0,69Ba

*Valores determinados por diferença (100 – (umidade + lipídios + Proteínas + cinzas). F1: (0% Farinha de Linhaça; 10% Gordura suína); F2: (2,5% Farinha de Linhaça; 7,5% Gordura suína); F3: (5% Farinha de Linhaça; 5% Gordura suína); F4: (7,5% Farinha de Linhaça; 2,5% Gordura suína); F5: (10% Farinha de Linhaça; 0% Gordura suína). V.C: Valor Calórico. Os resultados são médias de três replicatas com as respectivas estimativas do desvio padrão. Valores na mesma linha seguidos de letras minúsculas iguais não diferem entre si ($p > 0,05$) e letras maiúsculas na mesma coluna também não diferem entre si [ANOVA e Teste de Tukey].

O percentual de carboidratos apresentou variações para amostras *in natura* de 1,71% (F1) a 9,51% (F4). O regulamento técnico de identidade e qualidade de hambúrguer do Ministério da Agricultura preconiza valor de carboidratos totais de 3% (BRASIL, 2000). Assim as formulações F1 e F2 estão de acordo com a legislação, no entanto, as demais formulações do produto cárneo desenvolvido, apresentam valores superiores ao máximo permitido.

Marques (2007) também encontrou em amostras de hambúrgueres bovinos elaborados com diferentes percentuais de farinha de aveia uma variação grande nos teores de carboidratos, sendo o menor percentual (2,82%) encontrado na formulação com 0,00% de farinha de aveia e o maior percentual (15,02%) para a formulação contendo 25% de farinha de aveia.

Os percentuais de carboidratos nas amostras submetidas ao tratamento térmico apresentaram-se de forma variável tanto no processo de fritura quanto no processo de grelhamento.

Como houve uma substituição de gordura suína por farinha de linhaça, era esperado um aumento no teor de carboidratos nos hambúrgueres visto que a farinha de linhaça contém cerca de 30% de carboidratos.

Tabela 8 – Resultados obtidos dos teores de valor calórico de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça nas formas *in natura*, grelhado frito (kcal/100g).

Formulações	F1	F2	F3	F4	F5
<i>in natura</i>	185,94 ± 1,07Cc	179,94 ± 0,24Cd	195,99 ± 1,97Bb	203,24 ± 0,91Aa	189,94 ± 1,25Bc
Grelhado	188,54 ± 0,54Bb	187,53 ± 0,84Bb	199,07 ± 1,45Aa	193,54 ± 1,48Ca	195,36 ± 0,96Aa
Frito	199,64 ± 0,98Aab	203,53 ± 1,64Aa	199,46 ± 1,21Aab	195,33 ± 0,88Bb	195,43 ± 1,31Ab

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

O valor calórico de cada formulação de hambúrguer foi calculado pelas médias dos valores encontrados para carboidratos, lipídios e proteínas multiplicando-se seus valores em gramas pelos fatores de Atwater 4 kcal, 9 kcal e 4 kcal, respectivamente e o valor médio foi obtido pela soma dos valores de cada formulação e dividido pelo número de formulações.

Nestes termos, o valor calórico médio das formulações desenvolvidas neste estudo foi de 194,16 kcal/100g, valor este inferior aos de hambúrgueres comerciais, que de acordo com Marques (2007), avaliando o rotulo de três marcas podem variar de 196,42 a 250,00 kcal/100g. No entanto, os valores apresentados neste estudo são superiores aos valores encontrados pela mesma autora em estudo realizado com hambúrgueres formulados com adição de diferentes percentuais de farinha de aveia, cujos valores variaram de 100,38 kcal/100g (0% de farinha de aveia adicionada à formulação) a 135,32 kcal/100g (formulação com adição de 25% de aveia).

Os valores calóricos se apresentaram superior tanto para as amostras submetidas ao tratamento térmico por fritura com variação de 195,33 kcal/100g a 203,53 kcal/100g e valor médio de 198,68 kcal/100g, quanto para o tratamento térmico por meio de grelhamento com variações de 187,53 kcal/100g a 199,07 kcal/100g e valor médio de 192,81 kcal/100g quando comparados com as amostras *in natura* que apresentou variação de 179,94 kcal/100g a 203,24 kcal/100g e valor médio de 191,01 kcal/100g.

5.3 Análise quantitativa de minerais do produto cárneo bovino tipo hambúrguer.

Na carne bovina os minerais que se destacam são o ferro, fósforo, potássio, sódio, magnésio e zinco. Todos os minerais essenciais ao ser humano estão presentes na carne bovina (FEIJÓ, 1999). Estes minerais foram encontrados nos hambúrgueres bovino, suplementados com farinha de linhaça nas formas *in natura*, grelhado e frito e são apresentados nas Tabelas 9 a 11.

Tabela 9 – Teor de minerais (mg.Kg⁻¹) nas amostras de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça na forma *in natura*.

	Fe	K	Mg	Na	P	Zn
F1	340,89 ± 0,01b	5108,14 ± 0,02a	315,75 ± 0,03a	7065,61 ± 0,05a	560,83 ± 0,04c	53,61 ± 0,01a
F2	216,89 ± 0,02a	3543,33 ± 0,04b	258,52 ± 0,04b	4774,39 ± 0,06b	540,22 ± 0,06c	35,74 ± 0,01b
F3	110,31 ± 0,36c	1674,47 ± 0,06c	127,88 ± 0,05c	2122,91 ± 0,01c	521,42 ± 0,04c	24,77 ± 0,04c
F4	125,44 ± 0,58c	1550,08 ± 0,07c	140,11 ± 0,08c	1705,82 ± 0,01c	781,96 ± 0,05b	21,58 ± 0,04c
F5	112,81 ± 0,46c	1368,74 ± 0,06c	130,63 ± 0,09c	965,11 ± 0,01d	953,68 ± 0,02 ^a	17,81 ± 0,05c

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

De acordo com a tabela os teores de ferro, potássio, magnésio, sódio e zinco, foram diminuindo suas quantidades com exceção do fósforo cujas concentrações aumentaram à medida que se aumentava o teor de farinha de linhaça nos hambúrgueres. De acordo com BRASIL (2005), recomenda uma ingestão diária de fósforo na ordem de 700mg/dia. Os teores de fósforo obtidos na formulação F5 contribuem com 13% da quantidade necessária para atingir o indicado pela legislação para adultos. O teor de sódio apresentou uma redução de 86,34% da formulação F1 (0% de farinha de linhaça) para formulação F5 (10% de farinha de linhaça), o que implica dizer que o consumo de 100g de hambúrguer (1 unidade de 100g) a ingestão de sódio será de 4,82mg, enquanto que o consumo de uma unidade de hambúrguer da formulação (F1- 0% Farinha de linhaça) a ingestão será de 35,33mg/100g. A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2003) recomenda a ingestão de diária, para adultos, de no máximo 5g de sal (equivalentes a 2.000mg de sódio).

Tabela 10 – Teor de minerais (mg.Kg⁻¹) nas amostras de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça na forma grelhada.

	Fe	K	Mg	Na	P	Zn
F1	489,51 ± 0,46 ^a	7883,99 ± 0,46 ^a	515,18 ± 0,03 ^a	11531,11 ± 0,02 ^a	121,26 ± 0,01 ^a	99,01 ± 0,05 ^a
F2	396,92 ± 0,84 ^b	5795,85 ± 0,03 ^b	439,66 ± 0,35 ^b	7882,82 ± 0,03 ^b	391,94 ± 0,06 ^c	58,65 ± 0,04 ^b
F3	137,69 ± 0,46 ^c	1602,36 ± 0,04 ^c	131,98 ± 0,04 ^c	1949,05 ± 0,01 ^d	608,16 ± 0,04 ^b	23,35 ± 0,02 ^c
F4	174,48 ± 0,35 ^c	1935,43 ± 0,08 ^c	240,65 ± 0,06 ^{ab}	2738,93 ± 0,01 ^c	859,82 ± 0,04 ^b	28,89 ± 0,05 ^c
F5	111,88 ± 0,78 ^c	1583,86 ± 0,09 ^c	140,65 ± 0,06 ^c	1231,86 ± 0,01 ^d	1103,62 ± 0,08 ^a	19,89 ± 0,04 ^c

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

Os minerais encontrados nas amostras de hambúrgueres submetidos ao tratamento térmico por meio de grelhamento apresentaram, embora com valores diferentes, as mesmas características observadas nas amostras de hambúrgueres crus. Neste sentido, confirma-se que o fósforo (P) foi o único elemento que apresentou aumento dos teores conforme adição de farinha de linhaça nas respectivas formulações. A formulação F1, o valor encontrado foi de 121,26 mg.Kg⁻¹ enquanto que para a formulação F5 o valor encontrado foi de 1103,62mg.Kg⁻¹, um aumento significativo de 89,01% no teor de fósforo. A redução dos teores de sódio também foram observadas numa taxa de 89,32% da formulação F1 (0% de linhaça) para a formulação F5 (10% de farinha de linhaça). De acordo com He e MacGregor (2009) e Dickinson e Havas (2007) o consumo excessivo de sódio está diretamente relacionado ao desenvolvimento de doenças crônicas, desde a hipertensão arterial e doenças cardiovasculares até o câncer de estômago, doenças renais e osteoporose, entre outros.

Tabela 11 – Teor de minerais (mg.Kg⁻¹) nas amostras de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça na forma frita.

	Fe	K	Mg	Na	P	Zn
F1	588,54 ± 0,46 ^a	7019,32 ± 0,06 ^a	461,99 ± 0,08 ^a	10661,12 ± 0,04 ^a	190,97 ± 0,01 ^d	76,75 ± 0,04 ^a
F2	287,77 ± 0,16 ^b	4175,96 ± 0,04 ^b	298,65 ± 0,06 ^b	5560,71 ± 0,03 ^b	496,53 ± 0,02 ^c	44,55 ± 0,06 ^b
F3	127,52 ± 0,34 ^c	1768,41 ± 0,04 ^c	163,98 ± 0,05 ^c	1975,73 ± 0,01 ^c	624,15 ± 0,03 ^b	20,38 ± 0,04 ^c
F4	119,42 ± 0,37 ^c	1465,25 ± 0,05 ^c	135,84 ± 0,08 ^c	1694,29 ± 0,04 ^d	1061,62 ± 0,04 ^a	24,02 ± 0,07 ^c
F5	111,75 ± 0,73 ^c	1483,24 ± 0,03 ^c	124,02 ± 0,06 ^c	1140,44 ± 0,02 ^d	1208,63 ± 0,04 ^a	20,06 ± 0,08 ^c

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

Da mesma forma que as amostras dos hambúrgueres *in natura* e grelhados, os fritos também apresentaram os valores de fósforo (P) aumentados e de sódio (Na) reduzidos. As taxas de aumento (P) e redução (Na) foram na ordem de 80% e 89% respectivamente. Segundo Ribeiro et al. (2006) o fósforo é um elemento essencial para a dieta de animais, participando do metabolismo corporal e da estrutura óssea. A análise do consumo alimentar mostraram que mais de 70% da população brasileira consumiam sódio em excesso (mais que 2.000 mg/dia) e que mais de 90% dos adultos e adolescentes de 14 a 18 anos de idade nas áreas urbanas ultrapassam esse limite diário (IBGE, 2011).

5.4 Composição dos principais ácidos graxos, somatórios e razões do produto cárneo bovino tipo hambúrgueres.

Os resultados das análises dos ácidos graxos presentes nos lipídios totais dos hambúrgueres das cinco formulações feitas são mostradas na tabela 12.

Os ácidos graxos majoritários encontrados nas amostras de hambúrgueres *in natura*, grelhados e fritos foram os ácidos linoléico (LA, 18:2n-6), oléico (18:1n-9) e esteárico (18:0), respectivamente. O ácido graxo α -linolênico (LNA, 18:3n-3) se apresentou em ordem crescente, com 0,82% no hambúrguer sem linhaça alcançando 21,33% no hambúrguer com o toucinho totalmente substituído pela farinha de linhaça.

Tabela 12 - Composição dos principais ácidos graxos nas amostras de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça dados em porcentagem (%).

	AG	F1	F2	F3	F4	F5
Amostra <i>In natura</i>	16:0	1,47 ± 0,04Ba	1,49 ± 0,08Ba	1,17 ± 0,08Ab	1,28 ± 0,05Ab	1,45 ± 0,01Aa
	18:0	23,70 ± 0,01Ba	22,54 ± 0,21Ab	19,84 ± 0,43Ac	17,85 ± 0,29Ad	17,83 ± 0,09Ad
	17:1	2,61 ± 0,01Bb	2,81 ± 0,04Aa	2,18 ± 0,06Ac	1,93 ± 0,02Ad	2,11 ± 0,01Ac
	18:1n-9	17,67 ± 0,01Aa	14,94 ± 1,26Ab	12,51 ± 0,69Ac	12,44 ± 0,19Ac	12,38 ± 0,01Ac
	18:2n-6	42,56 ± 0,01Ba	41,97 ± 1,17Aa	40,07 ± 0,27Ab	35,91 ± 0,14Ac	35,33 ± 0,08Bc
	18:3n-6	7,36 ± 0,01Bb	7,51 ± 0,09Ab	8,57 ± 0,09Ba	7,59 ± 0,03Bb	6,79 ± 0,01Cc
	18:3n-3	0,82 ± 0,01Be	5,35 ± 0,01Cd	12,83 ± 0,11Bc	19,88 ± 0,10Bb	21,33 ± 0,01Aa
	Outros	3,79 ± 0,01Ba	3,39 ± 0,11Ba	2,81 ± 0,04Ab	3,09 ± 0,05Aa	2,78 ± 0,07Ab
	AG	F1	F2	F3	F4	F5
Amostra Grelhada	16:0	1,66 ± 0,02Aa	1,88 ± 0,02Aa	0,69 ± 0,92Aa	1,49 ± 0,02Aa	1,43 ± 0,03Aa
	18:0	24,65 ± 0,04Aa	23,07 ± 0,05Aa	20,15 ± 0,07Ac	18,69 ± 0,06Ad	18,19 ± 0,24Ad
	17:1	2,65 ± 0,01Aa	2,46 ± 0,01Ba	1,69 ± 0,52Aa	2,01 ± 0,02ABa	1,88 ± 0,04Aa
	18:1n-9	15,51 ± 0,28Ba	13,14 ± 0,09ABb	12,34 ± 0,01Ab	12,08 ± 0,12Ab	12,88 ± 0,58Ab
	18:2n-6	44,06 ± 0,23Aa	42,76 ± 0,01Ab	38,94 ± 0,03Bc	36,88 ± 0,02Ad	35,31 ± 0,41Ae
	18:3n-6	7,21 ± 0,02Ac	7,05 ± 0,01Cd	7,95 ± 0,01Ca	7,33 ± 0,02Cb	7,03 ± 0,04Bd
	18:3n-3	0,68 ± 0,01Ce	6,17 ± 0,01Bd	14,37 ± 0,01Ac	18,89 ± 0,03Ab	20,73 ± 0,14Aa
	Outros	3,58 ± 0,01Ca	3,45 ± 0,01Ba	3,85 ± 1,43Aa	2,62 ± 0,04Aa	2,56 ± 0,03Aa
	AG	F1	F2	F3	F4	F5
Amostra Frita	16:0	1,61 ± 0,03Aa	1,05 ± 0,01Cb	1,04 ± 0,01Ab	1,04 ± 0,01Bb	1,04 ± 0,01Bb
	18:0	23,95 ± 0,11Ba	20,49 ± 0,02Ba	16,51 ± 1,91Ab	15,78 ± 0,11Bb	13,87 ± 2,01Ac
	17:1	2,05 ± 0,01Ca	1,21 ± 0,02Cd	1,98 ± 0,01Ab	1,75 ± 0,01Bc	1,74 ± 0,09Bc
	18:1n-9	13,31 ± 0,32Ca	10,71 ± 0,04Bb	9,27 ± 0,25Bc	8,63 ± 0,11Bd	8,49 ± 0,38Bd
	18:2n-6	44,23 ± 0,23Aa	40,69 ± 0,07Ab	36,94 ± 0,19Cc	34,11 ± 0,01Bd	32,55 ± 0,34Ce
	18:3n-6	9,64 ± 0,04Ae	14,42 ± 0,02Ad	18,17 ± 0,06Bc	21,47 ± 0,04Ab	22,92 ± 0,14Aa
	18:3n-3	0,89 ± 0,01Ae	7,17 ± 0,02Ad	12,61 ± 0,19Bc	15,61 ± 0,02Cb	16,22 ± 0,01Ba
	Outros	4,29 ± 0,02Aa	4,25 ± 0,01Aa	3,47 ± 2,21Aa	1,58 ± 0,04Ca	3,15 ± 2,28Aa

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

O ácido esteárico apresentou entre as formulações uma diminuição constante em seus percentuais nas três formas de preparo do alimento, sendo que para as amostras *in natura* a redução nos teores foi de 24,77%, para as amostras grelhada a redução foi na ordem de 26,21% e para as amostra submetidas ao processo de fritura a redução foi de 42,09%. Os maiores percentuais de redução do ácido graxo saturado (18:0) foram encontrados nas amostras fritas, isso pode ter ocorrido em decorrência do contato do produto com óleo vegetal (soja) utilizado na

fritura, o qual é rico em ácidos graxos poliinsaturados e podem ter sido absorvidos pelo produto durante o preparo.

A redução de ácido esteárico (18:0) observada entre as formulações é decorrente da substituição da gordura suína (toucinho) por farinha de linhaça. A gordura suína (animal) é rica em ácidos graxos saturados, dentre os quais se inclui o ácido esteárico (18:0), que segundo Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002) contém aproximadamente 8.504mg de 18:0 por 100g de lipídios totais. Por outro lado, a linhaça, apresenta em sua constituição aproximadamente 55% de ácido α -linolênico (LNA, 18:3 n-3), um ácido graxo poliinsaturado pertencente à família ômega-3 (GÓMEZ, 2003) com teores menores de ácidos graxos monoinsaturados e saturados (GALVÃO, 2007). De acordo com French et al. (2003) o ácido graxo 18:0 frente à ação hipercolêmica apresenta efeito nulo, não contribuindo desta forma para o aumento do colesterol sanguíneo.

Os maiores percentuais de ácido oléico (18:1n-9) foram encontrados na formulação F1 sob as três formas de preparo (*in natura*, grelhado e frito) não apresentando diferenças significativas a partir da formulação F3 para as formas *in natura* e grelhado e mantendo-se constante na forma frita a partir da formulação F4. Os percentuais de redução foram de 29,94% para a amostra *in natura*, 16,96% para amostra grelhada e 36,21% para a amostra frita. Esta redução nos teores de ácido oléico pode ser explicada pelo fato deste ácido graxo ser encontrado em quantidades expressivas em produtos de origem animal, uma vez que o mesmo pode ser sintetizado pelo organismo (LEHNINGER et al., 2011). A redução deste ácido graxo em alimentos não demonstra grandes problemas, uma vez que o mesmo não é considerado essencial por ser sintetizado pelo tecido animal (MANDARINO et al, 2005; LEHNINGER et al., 2011; MARZZOCO e TORRES, 2007).

O ácido linoléico (LA,18:2n-6) também se mostrou em percentuais decrescentes entre as formulações, tendo o mesmo comportamento nas três diferentes formas de preparo (*in natura*, grelhado e frito) avaliados neste estudo. Para a amostra *in natura*, a redução foi na ordem de 16,99%, para amostra grelhada foi de 19,86% e para a amostra frita foi de 26,41%. A gordura suína apresenta uma média de 11,06% de ácido linoléico (LA,18:2n-6) (BRAGAGNOLO e RODRIGUEZ-AMAYA, 2002), enquanto que a farinha de linhaça apresenta em média 4,00% de LA (18:2n-6) (MOLENA-FERNANDES et al., 2010). Estas observações podem explicar

a redução nos teores de LA (18:2n-6) entre as formulações. Ao contrário do ocorrido com os ácidos linoléico (18:2n-6), oléico (18:1n-9) e esteárico (18:0), o ácido α -Linolênico (LNA, 18:3n-3), apresentou um aumento crescente da formulação F1 para a formulação F5 com variação de 0,82% (F1) a 21,33% (F5) para amostra *in natura*, 0,68% (F1) a 20,73% (F5) para amostra grelhada e 0,89% (F1) a 16,22% (F5) para amostras submetidas ao processo de fritura. O aumento deste ácido graxo (LNA, 18:3n-3) em alimentos é considerado importante, uma vez que é considerado o principal ácido Omega-3 (n-3) e precursor de outros ácidos graxos da série n-3 no organismo (LEHNINGER et al., 2011).

As percentagens de ácido gama linolênico (18:3n-6) tiveram um aumento considerável, principalmente nos hambúrgueres fritos, isso devido ao seu teor encontrado no óleo de soja. O maior teor desse ácido graxo foi constatado na formulação F5 com 22,92% e o menor na formulação F1 com 9,64%. Liu et al. (2007) encontraram o maior teor desse ácido em óleo de soja em suas amostras com 35,7mg/g. Os ácidos graxos encontrados no grão de soja são majoritariamente o oléico, linoléico e linolênico com grandes variações nas partes do grão de soja (SILVA et al., 2010).

Os menores índices de LNA (18:3n-3) encontrado nas amostras submetidas ao processo de fritura pode estar relacionado à temperatura utilizada durante o preparo (fritura) do alimento, o qual atinge maiores temperaturas quando comparados ao processo de grelhamento podendo causar degradação de ácidos graxos poliinsaturados (MARQUES et al., 2009).

Assim como o LNA (18:3n-3) o ácido γ -linolênico (GLA, 18:3n-6) também apresentou aumento constante em seus teores entre as formulações nas amostras submetidas ao tratamento térmico por meio de fritura, totalizando 137,76% de aumento. No entanto para as amostras *in natura* e grelhada os valores para este ácido graxo apresentaram baixas variações.

De acordo com Costa (2004), o ácido GLA é sintetizado a partir do ácido graxo essencial LA, sendo a primeira etapa da dessaturação catalisada pela $\Delta 6$ -dessaturase e formação do ácido γ -linolênico. Os óleos contendo GLA são utilizados como suplementos e uso farmacêutico.

Na tabela 13, são apresentadas os somatórios dos ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) e também as

importantíssimas razões AGPI/AGS e n-6/n-3 dos hambúrgues das cinco formulações feitas nas formas *in natura*, grelhado e frito.

O total de ácidos graxos saturados (AGS) foram sendo reduzidos à medida que foram aumentados os percentuais de farinha de linhaça nas formulações, apresentados valores máximos para a formulação F1 e mínimos para formulação F5. Os percentuais de redução observados foram de 23,43%, 23,30% e 41,69% para as amostras *in natura*, grelhadas e fritas, respectivamente. A redução de AGS observada é decorrente da substituição de gordura suína por óleo vegetal decorrente da farinha de linhaça, pois de acordo com Rodrigues et al. (2004), carnes apresentam em média 42,10% de ácidos graxos saturados.

Tabela 13 - Somatórios e razões dos principais ácidos graxos nas amostras de hambúrgueres bovino suplementados com farinha de linhaça nas formas *in natura*, grelhado e frito.

		Σ AGS	Σ AGMI	Σ AGPI	AGPI/AGS	Σ n-6	Σ n-3	n-6/n-3
Amostra <i>In natura</i>	F1	25,18 ± 0,01Ab	20,29 ± 0,01Aa	50,74 ± 0,01Cc	2,01 ± 0,01Db	49,92 ± 0,01Ac	0,82 ± 0,01Eb	60,73 ± 0,01Ab
	F2	24,04 ± 0,25Ab	17,75 ± 1,21Ba	54,82 ± 1,07Bb	2,28 ± 0,02Cb	49,47 ± 1,08Ac	5,35 ± 0,01Dc	9,25 ± 0,21Ba
	F3	21,02 ± 0,52Ba	14,69 ± 0,63Ca	61,48 ± 0,06Ab	2,93 ± 0,07Ba	48,64 ± 0,18Ab	12,84 ± 0,12Cb	3,79 ± 0,05Cb
	F4	19,13 ± 0,38Ca	14,38 ± 0,16Ca	63,39 ± 0,27Ab	3,31 ± 0,08Ab	43,51 ± 0,17Bb	19,88 ± 0,10Bb	2,19 ± 0,01Db
	F5	19,28 ± 0,16Cab	14,48 ± 0,01Ca	63,45 ± 0,07Aa	3,29 ± 0,03Ab	42,12 ± 0,08Bc	21,34 ± 0,01Aa	1,97 ± 0,01Dc
Amostra Grelhada	F1	26,31 ± 0,06Aa	18,17 ± 0,28Ab	51,94 ± 0,21Db	1,97 ± 0,01Cc	51,26 ± 0,21Bb	0,68 ± 0,00Ec	75,61 ± 0,46Aa
	F2	24,96 ± 0,08ABa	15,60 ± 0,08Bb	55,99 ± 0,00Ca	2,24 ± 0,01BCb	49,82 ± 0,01Ab	6,18 ± 0,02Db	8,07 ± 0,03Bb
	F3	20,84 ± 0,85BCa	14,04 ± 0,52BCa	61,28 ± 0,07Bb	2,94 ± 0,12ABa	46,90 ± 0,05Ab	14,38 ± 0,01Ca	3,26 ± 0,00Cc
	F4	19,62 ± 0,28BCa	14,76 ± 0,54Ca	63,06 ± 0,23Ab	3,21 ± 0,03ABb	42,34 ± 0,37Ab	18,89 ± 0,03Bb	2,04 ± 0,03Dc
	F5	20,18 ± 0,09Ca	14,09 ± 0,10Ca	63,11 ± 0,03Ab	3,13 ± 0,02Ab	44,22 ± 0,01Ab	20,73 ± 0,14Aa	2,34 ± 0,01Db
Amostra Frita	F1	25,57 ± 0,14Ab	15,36 ± 0,31Ac	54,77 ± 0,19Da	2,14 ± 0,01Da	53,88 ± 0,19Aa	0,89 ± 0,01Ea	60,30 ± 0,26Ab
	F2	21,55 ± 0,03Ac	11,91 ± 0,07Bc	62,28 ± 0,09Ca	2,89 ± 0,01Ca	55,11 ± 0,06Ba	7,17 ± 0,03Da	7,68 ± 0,02Bb
	F3	17,55 ± 1,91Bb	11,25 ± 0,24Cb	67,73 ± 0,07Ba	3,88 ± 0,42Ba	55,11 ± 0,13Ca	12,61 ± 0,20Cb	4,37 ± 0,08Ca
	F4	16,82 ± 0,12Bb	10,39 ± 0,10Bcb	71,21 ± 0,07Aa	4,23 ± 0,03Aa	55,59 ± 0,05Da	15,61 ± 0,03Ac	3,56 ± 0,01Da
	F5	14,91 ± 2,00Bb	10,23 ± 0,47Cb	71,70 ± 0,18Aa	4,85 ± 0,66ABa	55,48 ± 0,20Ea	16,22 ± 0,02Bc	3,42 ± 0,02Da

F1: (0% Farinha de Linhaça; 10% Gordura suína); F2: (2,5% Farinha de Linhaça; 7,5% Gordura suína); F3: (5% Farinha de Linhaça; 5% Gordura suína); F4: (7,5% Farinha de Linhaça; 2,5% Gordura suína); F5: (10% Farinha de Linhaça; 0% Gordura suína). Os resultados são valores médios de três replicata com as respectivas estimativas do desvio padrão. Valores na mesma linha seguidos de letras minúsculas iguais não diferem entre si ($p > 0,05$) e letras maiúsculas na mesma coluna também não diferem entre si [ANOVA e Teste de Tukey]. Σ AGS = Somatório dos ácidos graxos saturados; Σ AGMI = Somatório dos ácidos graxos monoinsaturados; AGPI/AGS = Somatório dos ácidos graxos poliinsaturados; Σ n-6 = Somatórios dos ácidos graxos n-6; Σ n-3 = Somatório dos ácidos graxos n-3; n-6/n-3 = razão dos ácidos n-6 por n-3.

O somatório de ácidos graxos monoinsaturados, assim como os AGS também apresentou redução entre as formulações, de acordo com o aumento de farinha de linhaça adicionada, com reduções de 28,63%, 22,45% e 33,40% para as amostras *in natura*, grelhadas e fritas, respectivamente. No entanto, os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) aumentaram com proporções de 25,05%, 21,50% e 30,91%,

respectivamente, para as amostras *in natura*, grelhadas e fritas. Os AGPI correspondem a todos os ácidos graxos que possuam 2 ou mais duplas ligações entre os carbonos de suas cadeias sendo os principais representantes, os ômega 3 e Omega 6 (DAL BOSCO, 2009).

As razões de ácidos graxos poliinsaturados/ácidos graxos saturados (AGPI/AGS) apresentaram constante aumento à medida que foi adicionado de farinha de linhaça aos hambúrgueres. Este pode ser considerado um fator favorável, pois quanto maior a razão entre estes ácidos graxos, maior o teor de AGPI no alimento. Os aumentos desta razão foram observadas nas três formas de preparo: *in natura*, grelhado e frito.

O somatório de ácidos graxos ômega-6 (n-6) mostrou que os teores destes ácidos graxos para as amostras *in natura* foram reduzindo de acordo com o aumento de farinha de linhaça nas formulações. Após tratamento térmico, no entanto, os valores encontrados para esta razão não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações.

O somatório de ácidos graxos ômega-3 (n-3) por sua vez aumentou consideravelmente de acordo com o aumento no percentual de farinha de linhaça adicionada às formulações com valores de 0,82 (F1) a 21,34 (F5) para as amostras *in natura*, 0,68 (F1) a 20,73 (F5) para as amostras submetidas ao grelhamento e 0,89 (F1) a 16,22 (F5) para as amostras submetidas ao processo de fritura.

A razão de ácidos graxo ômega-6 e ômega-3 (n-6/n-3) reduziram significativamente da formulação F1 para formulação F5 nas três formas de preparo dos hambúrgueres. Sob o ponto de vista nutricional este fato é considerado excelente, pois indica que quanto menor esta razão mais saudável é o alimento. Nas últimas décadas tem-se determinado, em diversos países, que a ingestão média de ácidos graxos resulta em relações n-6/n-3 que estão entre 10:1 a 20:1, ocorrendo registros de até 50:1 (SIMOPOULOS, 2004). A necessidade de diminuir a razão n-6/n-3 nas dietas modernas também tem sido sugerida pelos resultados de alguns estudos clínicos realizados na última década. Entre esses destacam-se: a diminuição de 70% na taxa de mortalidade em pacientes com doença cardiovascular, quando a razão ácido linoléico/ácido alfa linolênico na dieta foi de 4:1; a redução nas inflamações decorrentes da artrite reumatóide, quando a razão n-6/n-3 da dieta esteve entre 3 a 4:1 (Martin et al., 2006).

5.5 Análise quantitativa de malonaldeído via HPLC do produto cárneo bovino tipo hambúrguer.

Tabela 14 – Resultados de malonaldeído (mg/Kg) via HPLC dos hambúrgueres suplementados com farinha de linhaça

	F1	F2	F3	F4	F5
<i>In Natura</i>	1,81 ± 0,015Cb	1,02 ± 0,01Cb	1,19 ± 0,11Cb	1,55 ± 0,09Ca	1,51 ± 0,01Ca
Grelhado	3,15 ± 0,01Bb	2,88 ± 0,01Bc	2,84 ± 0,01Bc	3,32 ± 0,01Ba	2,75 ± 0,11Bc
Frito	4,31 ± 0,06Ad	4,49 ± 0,01Ad	6,73 ± 0,02Ac	6,99 ± 0,03Ab	7,49 ± 0,03Aa

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

Dos hambúrgueres *in natura*, as formulações que mais tiveram oxidação lipídica foram as formulações F4 e F5 com 1,55mg/Kg e 1,51mg/Kg, não diferindo estatisticamente. Ainda da mesma formulação, foi a que conteve os menores teores da tabela, pois não passou por nenhum tratamento térmico, logo seu teor de oxidação foi baixo. A amostra F1, F2 e F3 *in natura*, não teve diferença significativa em seus resultados.

A presença dos ácidos graxos insaturados em produtos cárneos aumenta o potencial de oxidação, influenciando diretamente a vida-de-prateleira da carne *in natura*, cozida ou produtos secundários (MADRUGA et al., 2006).

As formulações que passaram pelo processo de grelhamento, não tiveram uma similaridade tão grande nos resultados, provando que esse tratamento térmico o que variou nas amostras não dependeu da quantidade de farinha de linhaça e sim de qualquer outro fator na cocção, como exemplo a variação da temperatura da chapa, o tempo limite de cocção e a amostragem. Assim, o maior valor de oxidação lipídica encontrado foi o da formulação F4 com 3,32mg/Kg seguido da formulação F1 com 3,15mg/Kg. As formulações F2, F3 e F5 tiveram valores estatisticamente iguais.

Pereira e Pinheiro (2013) citam que a oxidação lipídica da carne pode ser afetada por alguns fatores extrínsecos como temperatura, luz e nível de oxigênio afetam a oxidação, além da composição de ácidos graxos e processamento.

Já as amostras que passaram pelo processo de fritura, obtiveram valores condizentes com o esperado. Assim, a formulação F5 que contém maior teor de farinha de linhaça e logo um maior teor de ácido graxo linolênico, obteve maiores teores de oxidação. A formulação F5 obteve 7,49mg/Kg ficando com maior teor de malonaldeído. As formulações F1 e F2 obtiveram os menores teores de

malonaldeído, ficando com 4,31 e 4,49mg/Kg, respectivamente. A presença de duplas ligações na cadeia carbônica dos ácidos graxos insaturados reduz a energia necessária para ruptura das duplas ligações, viabilizando sua oxidação (BOBBIO e BOBBIO, 2001), assim os hambúrgueres que contém mais farinha de linhaça possuem um alto teor de ácidos poliinsaturados.

Observando o tratamento estatístico, vê-se que as amostras que passaram pelo processo de fritura tiveram os maiores teores da tabela. Ainda que nas formulações onde há maior concentração de gordura suína e, portanto, menor teor de ácidos graxos poliinsaturados mais aptos a oxidação, elas obtiveram teores mais elevados que as amostras grelhadas e in natura. Levando em consideração que o processo de fritura é aquele que mais agride os ácidos graxos pela sua alta temperatura na cocção.

Ao passar pelo processamento térmico, muitos produtos cárneos, dentre eles o hambúrguer, sofrem algumas modificações físicas, estruturais e químicas. Nos produtos cárneos moídos e restruturados, os graus se diferem pelo efeito de destruição da estrutura do músculo e exposição dos lipídios a um ambiente pró-oxidante (MONAHAN, 2000).

É possível controlar a oxidação ou diminuir a velocidade da reação através da ação dos antioxidantes, começando pelas embalagens que contenham pouco ar, que não permitam passagem da luz e o uso de temperaturas adequadas no armazenamento. Porém, no preparo do alimento, devido à temperatura, a cada 15°C a velocidade de reação dobra provocando o aumento da taxa de oxidação (PEREIRA E PINHEIRO, 2013).

6 CONCLUSÃO

A adição de farinha de linhaça em substituição à gordura suína em hambúrgueres de carne bovina mostrou alguns benefícios quando comparado com hambúrguer padrão (sem adição de farinha de linhaça). Os resultados das características de cozimento mostraram que os hambúrgueres com maior percentual de farinha de linhaça apresentaram maior capacidade de retenção de umidade e com isso maior rendimento, em ambas as formas de tratamento térmico (fritura e grelhamento) contribuindo para maior maciez e suculência.

Os resultados das análises físico-químicas mostraram um aumento no teor de carboidratos em decorrência da adição da farinha de linhaça. Quanto ao teor de lipídios, ainda que não tenha sido alterado com o aumento de farinha de linhaça, os lipídios contidos no grão de linhaça trazem benefícios nutricionais ao produto podendo este ser considerado como alimento funcional.

Os resultados de ácidos graxos contidos nos hambúrgueres demonstraram que quanto maior foi o teor de farinha de linhaça, maior será o teor de ácido graxo ômega-3 encontrado, tornando o hambúrguer enriquecido com farinha de linhaça um alimento funcional.

A presença de malonaldeído foi maior nos hambúrgueres fritos, demonstrando um maior teor de ácidos graxos oxidados devido a maior temperatura no processo de cocção. Isso pode ser comprovado sendo encontrado um menor teor de ácidos graxos poli-insaturados em hambúrgueres fritos.

Recomenda-se utilizar o hambúrguer na forma grelhada.

A adição de farinha de linhaça em hambúrgueres como substituintes de gordura saturada (toucinho suíno) pode ser considerada uma forma de melhorar o potencial nutricional, diminuindo a razão n-6/n-3, contribuindo para melhor saúde do consumidor.

REFERÊNCIAS

- ADDIS, P.B., CSALLANY, A.S. and KINDOM, S.E. Some lipid oxidation products as xenobiotics. In *Xenobiotics in Foods and Feeds*. ACS Symposium Series. Edited by J.W. Finley & D.E. Schwass. **American Chemical Society** - Washington D.C. - 234:85, 1983.
- ALMEIDA, K.C.L.; BOAVENTURA, G.T.; GUZMAN-SILVA, M.A. A linhaça (*Linum usitatissimum*) como fonte de ácido α -linolênico na formação da bainha de mielina. **Revista de nutrição**. 22, 747-754, 2009.
- ALVARENGA, I.C. Armazenamento e forneamento de linhaça. **Lavras: UFLA**, 128 p, 2012.
- AOAC- Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 16. ed. Arlington: Washington, v. 1-2, 1997
- ARISSETO, A.P. **Avaliação da qualidade global de hambúrguer tipo calabresa com reduzidos teores de nitrito**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, 2003, 145p..
- 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. **Revista Higiene Alimentar**, 19, 72-80, 2005.
- BARBOSA, L.N. **Propriedade antimicrobiana de óleos essenciais de plantas condimentares com potencial de uso como conservante em carne e hambúrguer bovino e testes de aceitação**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, 2010.
- BARRERA-AURELANO, D. Fontes e propriedades de ácidos graxos ômega-3. Ln: **Simpósio alimentos funcionais para o novo milênio: qualidade de vida e saúde**, 2000, Campinas. **Programação técnica**. Campinas: UNICAMP. 16-17. 2000.
- BENDER, A.E. **Dicionário de nutrição e tecnologia de alimentos**. São Paulo: Roca, 1982.
- BERTOLINO, C.N.; CASTRO, T.G.; SARTORELLI, D.S.; CARDOSO, M.A.; Influência do consumo alimentar de ácidos graxos trans no perfil de lipídios séricos em nipo-brasileiros de Bauru, São Paulo, Brasil, 357. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 22, 357-364, 2006.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Journal of Biochemistry and Physiology**, 37, 911-917, 1959.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Química do processamento de alimentos**. São Paulo: Varela, 3ª Ed, 2001.

BORBA, C.M. **Avaliação físico-química de hambúrguer de carne bovina e de frango submetidos a diferentes processamentos térmicos**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 22(1): 98-1043, jan.-abr. 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento MAPA. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. **Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de set, 2003

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Regulamento técnico de identidade e qualidade de hambúrguer. **Instrução Normativa nº 20, de 31/07/2000**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 7-9, 31/07/2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 269 de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 22 de setembro de 2005.

CARRÃO-PANIZZI, M.C.; MANDARINO, J.M.G. **Soja: potencial de uso na dieta brasileira**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1998, 16 p.

CARTER, J.F. Potential of flaxseed and flaxseed oil in baked goods and other products in human nutrition. **Cereal Foods World**, 38, 10, 1993.

COSGROVE, M.; FLYNN, A.; KIELY, M. Consumption of red meat, white meat and processed meat in Irish adults in relation to dietary quality. **British Journal of Nutrition**, 93, 933-942, 2005.

COSTA, E.N. **Influência do tratamento térmico sobre ácidos graxos do leite bovino**. Dissertação de mestrado. UESB. 2011.

COSTA, L.O. **Processamento e diminuição do reprocesso do hambúrguer bovino (HBV)**. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos). Universidade Católica de Goiás 2004. 127f.

CUNNANE, S.C.; GANGULI, S.; MENARD, C.; LIEDE, A.C.; HAMADEH, M.J.; CHEN, Z.Y.; WOLEVER, T.M.S.; JENKINS, D.J.A. High-linolenic acid flaxseed (*Linum usitatissimum*): some nutritional properties in humans. **British Journal of Nutrition**, 69, 443-453, 1993.

DAL BOSCO, S.M. **Efeito do ácido graxo poliinsaturado Omega 3 em pacientes obesos mórbidos e com síndrome metabólica**. Doutorado. PUC, Rio Grande do Sul. 2009.

DICKINSON B.D.; HAVAS, S. Council on S, Public Health AMA.Reducing the population burden of cardiovascular disease by reducing sodium intake: a report of the Council on Science and Public Health. **Archives International of Medicine**, 167, 1460–1468, 2007.

DIN - Deutsches Institut für Normung. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser – Abwasser - und Schlammuntersuchung. Kationen (Gruppe E). Teil 5. 1983.

FEIJÓ, G.D.L. Qualidade da carne bovina. Curso: Conhecendo a carne que você consome. Campo Grande: **Embrapa Gado e Corte**, 1999, 25p.

FERNANDES, T.F. Dislipidemia: o tratamento começa pela prevenção. II: SIMPÓSIO INTERNACIONAL TENDÊNCIAS E INOVAÇÕES EM TECNOLOGIA DE ÓLEOS E GORDURAS, 2., 2005, Florianópolis. **Palestras**. Florianópolis: SBOG, 2005.1 CD-ROM.

FERRÃO, T.S.; MACAGNAN, F.T.; BRUM, F.B.; SILVA, L.P. Aplicação de extrato de farelo de arroz como antioxidante em hambúrguer bovino. Disponível em <http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/3.2.11_Aplic.pdf>. Acesso: 27/12/2012.

FRANKEL, E.N. In search of better methods to evaluate natural antioxidants and oxidative stability in food lipids. **Trends in Food Science & Technology**, 4, 220-225, 1993.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, 81, 307-317, 2003.

GALVÃO, E.L.; SILVA D.C.F. da; SILVA J.O. da; MOREIRA, A.V.B.; SOUSA, E.M. B.D. de. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 28, 551-557, 2008.

GARCIA, R.W.D. Reflexos da globalização na cultura alimentar: considerações sobre as mudanças na alimentação urbana. **Revista de Nutrição**, 16, 483-492, 2003.

GÓMEZ, M.E.D.B. **Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa.** Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2003, 149p.

GONÇALVES, J.R., SILVEIRA, E.T.F., YAMADA, E.A. Considerações sobre a utilização da pré-mistura no processamento de embutidos cárneos emulsionados. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 25, 1-7, 1995.

GRAY, I.J. Measurement of lipid oxidation. **Journal American of Oil Chemistry Society**, 55:39, 1978.

HE F. J.; MACGREGOR G. A. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. **Journal of Human Hypertension**, 23, 363–384, 2009.

IBGE. **Despesas, rendimentos e condições de vida**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_Pesquisa_de_Orçamentos_Familiares. Acesso em setembro de 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020p.

ISO -International Standard ISO 5509; International Organization for Standardization, 1-6, 1978.

KAKUDA, Y.; STANLEY D. W.; F. R. VAN DE VOORT. Determination of TBA number by high performance liquid chromatography. **Journal American Oil Chemistry Society**. 58:773–775. 1981.

KANNER, J. Oxidative processes in meat and meat products: quality implications. **Meat Science**, 36, 169-189, 1994.

KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization process of meat. **Meat Science**, 43, S193–S201, 1996.

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

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

LIU, W.H.; STEPHEN INBARAJ, B.; CHEN, B.H. Analysis and formation of trans fatty acids in hydrogenated soybean oil during heating. **Food Chemistry**. 104, 1740-1749, 2007.

MADRUGA, M.S.; ARAÚJO, W.O.; SOUSA, W.H. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, 1839-1844, 2006.

MADRUGA, M.S. Qualidade química, sensorial e aromática da carne caprina: verdades e mitos. In: **ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPECIE CAPRINA**, 8., 2004, Botucatu. Anais... São Paulo: Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004. 215-234.

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

MANDARINO, J.M.G. Óleo de girassol como alimento funcional. Ln: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (ED.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 43-49, 2005.

MARTIN, C.A., ALMEIDA, V.V., RUIZ, M.R., VISENTAINER, J.E.L., MATSUSHITA, M., DE SOUZA, N.E., VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, 19, 761-770, 2006.

MARQUES, A.C.; VALENTE, T.B.; ROSA, C.S. da. Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis conseqüências para o organismo humano. **Revista de Nutrição**, 22, 283-293, 2009.

MARQUES, M.M. Elaboração de um produto de carne bovina tipo hambúrguer adicionado de farinha de aveia. **Dissertação de Mestrado**. Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná. Curitiba/Pr, 2007.

MARZZOCO, A.; TORRES, B.B. **Bioquímica Básica**. 3ª ed. São Paulo: GUANABARA KOOGAN, 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Mercado interno**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/mercado-interno>. Acesso em Mai. 2013.

MOLENA-FERNANDES, C.A.; SCHIMIDT, G.; NETO-OLIVEIRA, E.R.; BERSANI-AMADO, C.A. CUMAN, R.K.N. 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, Botucatu**, 12, 2, 201-207, 2010.

MONAHAN, F. J. Oxidation of lipids in muscle foods: fundamental and applied concerns. In: Decker E, Faustman C, Lopez Bote CJ, editores. Antioxidants in muscle foods – Nutritional strategies to improve quality. Canada: Ed. A John Wiley & Sons Inc, 3 - 24, 2000.

MORI, C., GARCIA, E. A., ANDRIGHETTO, C. PELÍCIA, K. Carne de aves separada mecanicamente. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**, Vol. VII, Nº 04, 2006.

MUKAI, F.H. and GOLDSTEIN, D.B. Mutagenicity of malonaldehyde, a decomposition product of peroxidized polyunsaturated fatty acids. **Science, N.Y.**, 191:868, 1976.

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**, 3, 280, 2008.

OLIVO, R. Carne bovina e saúde humana. **Revista Nacional da Carne**. ed. 332, 2004.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Doenças crônico-degenerativas e obesidade: estratégia mundial sobre alimentação saudável, atividade física e saúde.** Disponível em: http://www.opas.org.br/sistema/arquivos/d_cronic.pdf. Acessado em maio de 2013.

ORTIGOZA, S.A.G. **Alimentação e saúde: as novas relações espaço-tempo e suas implicações nos hábitos de consumo de alimentos.** Editora UFPR, Curitiba, 15, 83-93, 2008.

PASSOS, M.H.C.R.; KUAYE, A.Y. Influence of the formalation, cooking time and final internal temperature of beef hamburgers on the destruction of *Listeria monocytogenes*. **Food Control**, 13, 33-40, 2002.

PEARSON, A.M.; GRAY, I.J.; WOLZAK, A.M. and HORENSTEIN, N.A. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. **Food Technology**, 37:121, 1983.

PEREIRA, D.; PINHEIRO, R. S. Elaboração de hambúrgueres com antioxidantes naturais oriundos de extratos etanólicos de alecrim (*Rosmarinus officinalis*.L). **Dissertação de Mestrado.** UTFPR – Pato Branco. 2013.

PIÑERO, M.P.; PARRA, K.; HUERTA-LEIDENZ, N.; ARENAS DE MORENO, L.; 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 of low-fat beef patties. **Meat Science**, 80, 675-680, 2008.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A.M.; FRANCISCO, C.L. Composição química e rendimento da carne ovina *in natura* e assada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 28, 154-157, 2008.

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

RAMALHO, V.C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, 29, 755-760, 2006.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de alimentos.** 2ª edição; p. 183; São Paulo: Edgard Blücher. 2007.

RIBEIRO, F.B.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D.; DONZELE, J.L.; FREITAS, A.S. de; SOUZA, M.P. de; QUADROS, Q. Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35, 1588-1593, 2006.

RIQUÉ, J. B. Ácidos grasos trans: problemas y soluciones. **ANIAME**, México, 10, 34-39, 2005.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados.** Botucatu: UNESP, 2000. 202p.

RODRIGUES, V.C.; BRESSAN, M.C.; CARDOSO, M.G.; FREITAS, R.T.F. da. Ácidos Graxos na Carne de Búfalos e Bovinos Castrados e Inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 33, 434-443, 2004.

ROLIM, S.S. Acadêmica de Nutrição da FSP-USP, estagiária curricular em marketing da Nutrociência Assessoria em Nutrologia, 2007. Disponível em <www.nutrociencia.com.br> Acesso em: 15 de fev. de 2013.

ROSA, F.C. BRESSAN, M.C., BERTECHINI, A.G., FASSANI, E.J., VIEIRA, J.O., FARIA, P.B., SAVIAN, T.V. Efeito de métodos de cocção sobre a composição química e colesterol em peito e coxa de frango de corte. **Revista Ciência Agrotecnologia**, 20, 707-714, 2006.

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 hambúrgueres de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 22, 224-248, 2002.

SEVANI, A.; HOCHSTEIN, P. Mechanisms and consequences of lipid peroxidation in biological systems. **Annual Reviews of Nutrition**, 5, 365-390, 1985.

SHAMBERGER, R.J., ANDREONE, T.L. and WILLIS, C.E. Antioxidants and cancer. IV. Malonaldehyde has imitating as a carcinogenic. **Journal National Cancer Institute**. 53:1771, 1974.

SILVA, D.R.B.; JÚNIOR, P.F.M.; SOARES, E.A. A importância dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa na gestação e lactação. **Revista Brasileira de Saúde Maternal e Infantil**, 7, 123-133, 2007.

SILVA, F.A.M.; BORGES, F.M.F.; FERREIRA, M.A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, 22, 1, 1999.

SILVA, C. E.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; OLIVEIRA, M. A.; LEITE, R. S.; OLIVEIRA, G. B. A.; MOREIRA, A. A.; SANTOS, H. M. C.; MÔNACO, A. P. A. Avaliação de ácidos graxos da soja: grão inteiro, casca, cotilédones e hipocótilo. In: **JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA**, 5., Londrina. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2010. 31-34. (Embrapa Soja. Documentos, 323). 2010.

SIMOPOULOS A.P. Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. **Food Review International**, 20, 77-90, 2004.

SLATER, T.F.; CHEESEMAN, K.H.; DAVIES, M.J.; PROUDFOOT, K.; XIU, W. Free radical mechanisms in relation to tissue injury. **Proceedings of the Nutrition Society**, 46, 1-12, 1987.

SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. **Colesterol, da mesa ao corpo**. Editora Varela, nov. 2006.

STATISTICA, *Statistica 5.0 Software*. StaSoft, Tucksas, 2005.

TAGLE, M. A. **Nutrição**. 1ª ed. São Paulo: Artes Médicas. 1981. 233p.

TARLADGIS, B. G.; PEARSON, A. M.; DUGAN, L. R. Jr. Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods. II Formation of the TBA-malonaldehyde complex without acid-heat treatment. **Journal Science and Food Agriculture**, 15:602, 1964.

TAVARES, T.M.; SERAFINI, A.B. Carnes de hambúrgueres prontas para consumo: Aspectos legais e riscos bacterianos. **Revista de Patologia Tropical**, 35,1-14, 2006.

TERRA, N.N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 1998, 216p.

TSCHEUSCHNER, H.D. Fundamentos de tecnologia de los alimentos. Zaragoza: Acribia, 2001. 746 p.

VIEIRA, J.O.; BRESSAN, M.C.; FARIA, P.B.; FERREIRA, M.W.; FERRÃO, S.P.B.; SOUZA, X.R. de. Efeito dos métodos de cocção na composição centesimal e colesterol do peito de frangos de diferentes linhagens. **Revista Ciência Agrotecnologia**, 31, 164-170, 2007.

VOSS, A. Atualidades dietéticas: ácidos graxos ômega-3. **Abbott**, 1,1, Jul. 1994.

VISENTAINER, J.V.; FRANCO, R.B. **Ácidos Graxos em Óleos e Gorduras- Identificação e Quantificação**. 2ª Ed. Maringá: Eduem, 2012.

WILLETT W.C. Nutritional epidemiology issues in chronic disease at the turn of the century. **Epidemiology Review**, 22, 1,82–6, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global strategy on diet, physical activity and health. Genebra: WHO; 2004. (Fifty-Seventh World Health Assembly WHA 57.17). Disponível em: World Health Organization. **Diet, nutrition and prevention of chronic diseases**. Geneva:WHO; 2003.

ZHANG, Y.; YANG, L.; ZU, Y.G.; CHEN, X.Q.; WANG, F.J.; LIU, F. Oxidative stability of sunflower oil supplemented with carnosic acid compared with synthetic antioxidants during accelerated storage. **Food Chemistry**, 118, 656-662, 2010.