UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS COM ADIÇÃO DE INGREDIENTES FUNCIONAIS ATRAVÉS DE SEUS EFEITOS NO METABOLISMO DE RATOS

TESE DE DOUTORADO

Tiffany Prokopp Hautrive

Santa Maria, RS, Brasil

2014

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS COM ADIÇÃO DE INGREDIENTES FUNCIONAIS ATRAVÉS DE SEUS EFEITOS NO METABOLISMO DE RATOS

Tiffany Prokopp Hautrive

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos,
da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),
como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Ciência e Tecnologia dos Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Ernesto Hashime Kubota

Santa Maria, RS, Brasil
2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática
da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Prokopp Hautrive, Tiffany
ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS COM ADIÇÃO DE INGREDIENTES FUNCIONAIS ATRAVÉS DE SEUS EFEITOS NO METABOLISMO DE RATOS / Tiffany Prokopp Hautrive.-2014.
183 p.; 30cm

Orientador: Prof. Dr. Ernesto Hashime Kubota
Coorientadora: Prof. Dra. Gilberti Helena Hübscher
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2014

1. Hambúrguer 2. Salsicha 3. Nutrição 4. Quitosana 5. Farinha de linhaça I. Hashime Kubota , Prof. Dr. Ernesto II. Helena Hübscher, Prof. Dra. Gilberti III. Título.

© 2014
Todos os direitos autorais reservados a Tiffany Prokopp Hautrive. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS COM ADIÇÃO DE INGREDIENTES FUNCIONAIS ATRAVÉS DE SEUS EFEITOS NO METABOLISMO DE RATOS

elaborada por
Tiffany Prokopp Hautrive

como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos

COMISSÃO EXAMINADORA:

_____
Ernesto Hashime Kubota, Dr.
(Presidente/Orientador)

_____
Viviani Ruffo de Oliveira, Dr^{a}. (UFRGS)

_____
Anne Y Castro Marques, Dr^{a}. (UNIPAMPA)

_____
Rosa Cristina Prestes, Dr^{a}. (UFSM)

_____
Liliane de Freitas Bauermann, Dr^{a}. (UFSM)

Santa Maria, 30 de Setembro de 2014.

AGRADECIMENTO

A Deus e aos bons espíritos por terem me dado força, calma e tranquilidade nos momentos de aflição e desespero.

Minha mãe Rosemery Prokopp e ao meu pai Luiz Antônio Hautrive pela compreensão de minha ausência de afetividade, companheirismo, tempo e satisfação de estar em suas companhias.

As "minhas meninas" Ângela Rodrigues e Karine Moro por serem minhas companheiras e incansáveis amigas em todos os momentos. Por estarem sempre abertas para aprender e ensinar.

Minha dupla Sabrina Vieira que ajudou e apoiou nos momentos mais conflitantes da pesquisa.

À Vanessa Viera e Natiéli Piovesan pela realização de algumas análises e a nossa amizade fortalecida.

À Jaqueline Picollo pelo auxílio em algumas análises no início da pesquisa.

Aos meus amigos por não estar presente em seus aniversários, comemorações e outros momentos de lazer.

Ao Prof. Ernesto Hashime Kubota e à Prof. Gilberti Helena Hübscher meus orientadores que me conduziram e apoiaram nesses 4 anos de estudo e pesquisa.

As professoras Anne Y Castro Marques, Viviani Ruffo de Oliveira, Liliane de Freitas Bauermann e Rosa Cristina Prestes pela brilhante participação como banca examinadora e conhecimento técnico-científico.

Agradeço todos os professores do PPGCTA por terem contribuído na construção do meu aprendizado.

Aos funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos, Marialene, Carlos, Marta, Magé, Aline, Lia e Moisés por colaborarem direta/indiretamente na execução de algumas etapas do trabalho desenvolvido.

A todos meu muito obrigada.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS COM ADIÇÃO DE INGREDIENTES FUNCIONAIS ATRAVÉS DE SEUS EFEITOS NO METABOLISMO DE RATOS

AUTORA: TIFFANY PROKOPP HAUTRIVE
ORIENTADOR: PROF. DR. ERNESTO HASHIME KUBOTA
CO-ORIENTADORA: PROF. DRª. GILBERTI HELENA HÜBSCHER
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 30 de Setembro de 2014.

Existe uma tendência na indústria de alimentos para o desenvolvimento de produtos com ingredientes funcionais que, quando consumidos, proporcionam benefícios à saúde humana. Objetivou-se, nesta pesquisa, elaborar produtos cárneos com fibras alimentares e verificar a influência do consumo de dietas experimentais contendo esses produtos na resposta metabólica de ratos. Esse trabalho foi composto por dois ensaios experimentais. O primeiro foi a elaboração dos seguintes hambúrgueres de carne bovina: tradicional (HT); com 7,5% de farinha de linhaça dourada integral (HLI); 7,5% de farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD) e com 6% de quitosana (HQ). No segundo ensaio, foram elaboradas salsichas de carne de frango: tradicional (ST); com 7,5% de farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD); 7,5% de farinha de linhaça dourada integral (SLI) e com 4% de quitosana (SQ). Em cada ensaio, foram analisados os aspectos físico-químicos, sensoriais e microbiológicos dos produtos elaborados. Essas formulações foram incorporadas em dietas experimentais a fim de analisar a qualidade proteica dos produtos elaborados e os seus efeitos no metabolismo de ratos normolipidêmicos e normoglicêmicos. Verificou-se que os hambúrgueres com fibras adicionadas apresentaram maior teor de proteína e o HT maior teor de lipídios (8,51%). Observando a estabilidade dos hambúrgueres, ao longo de 90 dias armazenados, percebeu-se que houve tendência de diminuição dos valores dos parâmetros L^* e a^* e aumento nos valores dos parâmetros b^* e h^*. O HQ apresentou um pH elevado desde o tempo zero (6,59). O HLI teve valores de TBARS acima 2,0 mg de malonaldeído.Kg-1. De acordo com a análise da qualidade proteica, observou-se que a digestibilidade verdadeira (DV) dos hambúrgueres com fibras foi menor que o HT e variaram de 80,48% (HLD) a 85,68% (HQ). O PER variou de 2.33 (caseína) a 1.94 (HQ) e o NPR de 2.65 (caseína) a 2.22 (HQ). No metabolismo dos ratos observou-se que os animais que receberam HQ apresentaram menor colesterol total (138,09 mg/dL) que os demais grupos. Para as salsichas de frango, a porcentagem de proteína foi maior na SLD (16,19%) e o teor de gordura e energia na SLI, 8,9% e 174 kcal. O rendimento das salsichas com fibras foi superior a 93%. Ao contrário dos hambúrgueres com fibras, as salsichas apresentaram boa aceitação sensorial. Verificando a estabilidade oxidativa das salsichas de frango, durante 14 dias, observou-se que a SQ apresentou maior pH, 6,6 e a ST menor, 6,1. Em relação aos

valores obtidos nas análises microbiológicas realizadas com os produtos, apresentaram-se dentro dos limites de tolerância estabelecidos pela legislação brasileira para todos os tratamentos. Os valores do PER das salsichas variaram entre 1.74 (SLI) e 1.99 (SLD) e o NPR de 1.76 (SLD) a 1.53 (SLI). A DV das salsichas apresentou maior que 97%. Os ratos que consumiram dietas contendo salsicha com farinha de linhaça integral e desengordurada apresentaram uma concentração menor de triglicerídeos. Analisando a fisiologia intestinal, os animais que consumiram hambúrgueres e salsichas com fibras apresentaram maior peso fecal, peso cecal e menor pH das fezes. Com o intuito de lançar no mercado tecnológico de carnes um produto que possa alegar propriedade funcional de auxiliar o funcionamento do intestino e que seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis e ser considerado fonte de fibras, o hambúrguer poderia ser reformulado para melhor aceitação pelos consumidores. A salsicha poderia ser um produto promissor para a venda em um curto prazo de tempo.

Palavras-chave: hambúrguer; salsicha; nutrição; quitosana; linhaça.

ABSTRACT

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

PREPARATION AND EVALUATION OF MEAT PRODUCTS CONTAINING FUNCTIONAL INGREDIENTS THROUGH THEIR EFFECTS ON METABOLISM OF RATS

AUTHOR: TIFFANY PROKOPP HAUTRIVE
ADVISER: PROF. DR. ERNESTO HASHIME KUBOTA
CO-ADVISER: PROF. DRª. GILBERTI HELENA HÜBSCHER
Date and Place of Defense: Santa Maria, 30 sep, 2014.

There is a trend in the food industry to develop products with functional ingredients which, when consumed, provides benefits to human health. The objective of this research, prepare meat products with dietary fiber and the influence of the consumption of diets containing these products in the metabolic response of rats. This work consisted of two experimental trials. The first was the development of the following beef burgers: traditional (HT); 7.5% of full golden flaxseed flour (HLI); 7.5% defatted golden flaxseed flour (HLD) and 6% chitosan (HQ). In the second trial, chicken sausages were prepared: traditional (ST); with 7.5% defatted golden flaxseed flour (SLD); 7.5% of full golden flaxseed flour (SLI) and 4% chitosan (SQ). In each test, the physico-chemical aspects, sensory and microbiological of manufactured products were analyzed. These formulations were incorporated into experimental diets in order to analyze the protein quality of the processed products and their effects on normolipidemic and normoglycemic rats metabolism. It was found that the burgers with added fiber showed higher protein content and the HT higher lipid content (8.51%). Observing the stability of hamburgers over 90 days storage, it was noted that there was a declining trend of the values of parameters L^* and a^* values and increased b^* and h^* parameters. The HQ had a high pH from time zero (6.59). The HLI had TBARS values above 2.0 mg malonaldeído.Kg-1. According to the analysis of protein quality was observed that the true digestibility (DV) of the burgers with fibers was smaller than the HT and ranged from 80.48% (HLD) to 85.68% (HQ). The PER ranged from 2:33 (casein) to 1.94 (HQ) and the NPR 2.65 (casein) to 2.22 (HQ). In the metabolism of the mice was observed that the animals that received HQ showed lower total cholesterol (138.09 mg / dL) than the other groups. For chicken sausages, the percentage of protein was higher in SLD (16.19%) and the fat content and energy in SLI, 8.9% and 174 kcal. The yield of the sausages with fibers is greater than 93%. Unlike burgers with fibers, the sausages showed good acceptability. Checking the oxidative stability of the chicken sausages for 14 days, it was observed that most had SQ pH 6.6 and the lowest ST 6.1. Regarding the values obtained in the microbiological analyzes with the products, were within the tolerances established by the Brazilian legislation for all treatments. The values of the PER of sausages ranged from 1.74 (SLI) and 1.99 (SLD) and the NPR 1.76 (SLD) to 1.53 (SLI). The DV sausages showed

greater than 97%. Rats fed diets containing sausage with whole flaxseed flour and defatted had a lower concentration of triglycerides. Analyzing intestinal physiology, the animals fed burgers and sausages with fibers had higher fecal weight, cecal weight and lower fecal pH. In order to launch the technological meat market a product that can demonstrate functional property to assist the functioning of the intestine and its consumption should be associated with a balanced diet and healthy lifestyle and be considered a source of fiber, the burger could be reformulated to better acceptance by consumers. The sausage could be a promising product for sale in a short period of time.

Keywords: burger; sausage; nutrition; chitosan; flaxseed.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

MANUSCRITO 1
Fibras alimentares como substituto de gordura sobre as características físico-químicas, sensoriais, oxidativas e microbiológicas de hambúrguer de carne bovina

Figura 1. Valores médios de pH de hambúrgueres crus elaborados com formulação tradicional (HT), hambúrguer com farinha de linhaça dourada integral (HLI), hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD) e hambúrguer com quitosana (HQ) no tempo 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento congelado.....59

Figura 2. Valores médios de TBARS de hambúrgueres crus elaborados com formulação tradicional (HT), hambúrguer com farinha de linhaça dourada integral (HLI), hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD) e hambúrguer com quitosana (HQ) no tempo 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento congelado.....60

MANUSCRITO 5
Qualidade microbiológica e estabilidade oxidativa de salsichas com fibras alimentares armazenadas a temperatura refrigerada

Figura 1. pH das salsichas de carne de frango elaboradas com fibras alimentares.....119

Figura 2. Índice de peróxidos das salsichas de carne de frango elaboradas com fibras alimentares.....120

Figura 3. Valores de Dienos conjugados de salsichas de carne de frango elaboradas com fibras alimentares.....121

Figura 4. Valores de TBARS de salsichas de carne de frango elaboradas com fibras alimentares.....122

MANUSCRITO 6
Salsicha de frango com quitosana e farinha de linhaça dourada como fonte protéica na dieta de ratos jovens

Figura 1. Albumina sérica e proteínas totais dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de salsicha tradicional (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI).....143

MANUSCRITO 7

Resposta metabólica de ratos alimentados com dietas à base de salsicha de frango com fibras alimentares

Figura 1. Concentração de Colesterol Total, HDLc, LDLc, VLDc, Glicose e Triglicerídeos dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de salsicha tradicional (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ), farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI) e farinha salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD)...165

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO 1

Fibras alimentares como substituto de gordura sobre as características físico-químicas, sensoriais, oxidativas e microbiológicas de hambúrguer de carne bovina

Tabela 1. Ingredientes utilizados para formulação dos hambúrgueres.....53

Tabela 2. Composição química (g/100 g de hambúrguer em base seca) de hambúrgueres crus e cozidos adicionados de fibras alimentares, hambúrguer tradicional (HT), hambúrguer com quitosana (HQ), hambúrguer com farinha de linhaça integral (HLI) e hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD).....54

Tabela 3. Efeito das fibras alimentares sobre o perfil de textura de hambúrguer tradicional (HT), hambúrguer com quitosana (HQ), hambúrguer com farinha de linhaça integral (HLI) e hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD).....55

Tabela 4. Efeito das fibras alimentares sobre as características tecnológicas de hambúrguer tradicional (HT), hambúrguer com quitosana (HQ), hambúrguer com farinha de linhaça integral (HLI) e hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD).....56

Tabela 5. Análise sensorial e intenção de compra de hambúrguer tradicional (HT), hambúrguer com quitosana (HQ), hambúrguer com farinha de linhaça integral (HLI) e hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD).....57

Tabela 6. Cor objetiva dos hambúrgueres crus elaborados com formulação tradicional (HT), hambúrguer com quitosana (HQ), hambúrguer com farinha de linhaça dourada integral (HLI) e hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD) no tempo 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento congelado.....58

Tabela 7. Análises microbiológicas dos hambúrgueres elaborados com formulação tradicional (HT), hambúrguer com quitosana (HQ), hambúrguer com farinha de linhaça dourada integral (HLI) e hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD).....61

MANUSCRITO 2

Avaliação in vivo da qualidade protéica de hambúrguer com fibras alimentares

Tabela 1. Composição (g/kg) das dietas experimentais fornecidas aos animais, Santa Maria (RS), 2014.....75

Tabela 2. Composição química das farinhas de hambúrguer adicionadas nas dietas

experimentais, Santa Maria (RS), 2012.....76

Tabela 3. Ganho de peso, consumo alimentar, coeficiente de eficiência alimentar e proteína ingerida pelos animais com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD), Santa Maria (RS), 2014.....77

Tabela 4. Valores médios de Coeficiente de eficácia proteica (PER), Coeficiente de eficácia proteica relativa (PERR), Razão protéica líquida (NPR) e Razão proteica líquida relativa (NPRR) dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD), Santa Maria (RS), 2014.....78

Tabela 5. Albumina sérica, hemoglobina e proteínas totais dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD), Santa Maria (RS), 2014.....79

MANUSCRITO 3
Efeito do consumo de hambúrguer com fibras alimentares no metabolismo de ratos jovens

Tabela 1. Composição (g/kg) das dietas experimentais fornecidas aos animais.....93

Tabela 2. Ganho de peso, consumo alimentar, coeficiente de eficácia alimentar e proteína ingerida pelos animais com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD).....94

Tabela 3. Concentração de Colesterol Total (CT), HDL-c, LDL-c, VLD-c, Glicose e Triglicerídeos (TG) dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ), farinha de hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD).....95

Tabela 4. Peso da gordura epididimal, fígado e rins dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD).....96

Tabela 5. Produção de fezes úmidas (PFU), fezes secas (PFS), peso do ceco cheio e vazio e pH fecal dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD).....97

MANUSCRITO 4

Desenvolvimento de salsicha com fibras dietéticas e reduzido teor de gordura

Tabela 1. Ingredientes utilizados na elaboração das salsichas de frango.....107

Tabela 2. Composição química (g/100 g salsicha) e conteúdo calórico (kcal/100 g ou kJ.100–1) de salsicha tradicional (ST), salsicha com quitosana (SQ), salsicha com farinha de linhaça integral (SLI) e salsicha com farinha de linhaça desengordurada (SLD).....108

Tabela 3. Efeito da adição das fibras alimentares sobre o rendimento de salsicha tradicional (ST), salsicha com quitosana (SQ), salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI) e salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD).....109

Tabela 4. Médias atribuídas na avaliação sensorial de salsicha tradicional (ST), salsicha com quitosana (SQ), salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI) e salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD).....110

MANUSCRITO 5

Qualidade microbiológica e estabilidade oxidativa de salsichas com fibras alimentares armazenadas a temperatura refrigerada

Tabela 1. Ingredientes utilizados na elaboração das salsichas de frango.....114

Tabela 2. Análises microbiológicas de salsichas de carne de frango com adição de fibras alimentares.....116

MANUSCRITO 6

Salsicha de frango com quitosana e farinha de linhaça dourada como fonte proteíca na dieta de ratos jovens

Tabela 1. Composição g/kg das dietas experimentais fornecidas aos animais durante o ensaio biológico.....139

Tabela 2. Composição química das farinhas de salsichas adicionadas nas dietas experimentais.....140

Tabela 3. Ganho de peso, consumo alimentar e proteína ingerida pelos animais com dietas contendo caseína, farinha de salsicha tradicional (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI).....141

Tabela 4. Valores médios de Coeficiente de eficácia proteica (PER), Coeficiente de eficácia proteica relativa (PERR), Razão protéica líquida (NPR) e Razão proteica líquida relativa (NPRR) dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de salsicha tradicional (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI).....142

MANUSCRITO 7

Resposta metabólica de ratos alimentados com dietas à base de salsicha de frango com fibras alimentares

Tabela 1. Composição g/kg das dietas experimentais fornecidas aos animais durante o ensaio biológico.....163

Tabela 2. Ganho de peso, consumo alimentar e coeficiente de eficácia alimentar dos animais com dietas contendo caseína, farinha de salsicha tradicional (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ), farinha de salsicha com farinha de linhaça desengordurada (SLD) e farinha de salsicha com farinha de linhaça integral (SLI).....164

Tabela 3. Peso da gordura epididimal, fígado e rins dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de salsicha tradicional (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ), farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD).....166

Tabela 4. Produção de fezes úmidas (PFU), fezes secas (PFS), Peso do ceco cheio e vazio e pH fecal dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de salsicha tradicional (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ) farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD).....167

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 20

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 23
2.1 Produtos cárneos 23
2.2 Hambúrguer 24
2.3 Salsicha 25
2.4. Produtos Cárneos com fibras alimentares 27
2.5. Alimentos funcionais 28
2.6. Quitosana 30
2.7. Linhaça 31
2.8. Produtos cárneos com teor reduzido em gordura 32

MANUSCRITO 1 33
Fibras alimentares como substituto de gordura sobre as características físico-químicas, sensoriais, oxidativas e microbiológicas de hambúrguer de carne bovina 33
1. Introdução 33
2. Material e métodos 34
3. Resultados e Discussão 41
4. Conclusões 49
Referências 50

MANUSCRITO 2 62
Avaliação in vivo da qualidade protéica de hambúrguer com fibras alimentares 62
1. Introdução 63
2. Método 64
3. Resultados 67
4. Discussão 68
5. Conclusão 71
Referências 71

MANUSCRITO 3 80
Efeito do consumo de hambúrguer com fibras alimentares no metabolismo de ratos jovens 80
1. Introdução 80
2. Materiais e métodos 81
3. Resultados e discussão 85
4. Conclusão 90
Referências 90

MANUSCRITO 4 98
Desenvolvimento de salsicha com fibras dietéticas e reduzido teor de gordura 98
1. Introdução 98
2. Material e métodos 99
3. Resultados e discussão 102
4. Conclusão 105
Referências 105

MANUSCRITO 5 111
Qualidade microbiológica e estabilidade oxidativa de salsichas com fibras alimentares armazenadas a temperatura refrigerada 111
1. Introdução 111
2. Material e métodos 113
3. Resultados e discussão 115
4. Conclusão 123
Referências 123

MANUSCRITO 6 126
Salsicha de frango com quitosana e farinha de linhaça dourada como fonte proteica na dieta de ratos 126
1. Introdução 126
2. Materiais e métodos 128
3. Resultados e discussão 133
4. Conclusão 136
Referências 137

MANUSCRITO 7 144
Resposta metabólica de ratos alimentados com dietas à base de salsicha de frango com fibras alimentares 144
1. Introdução 144
2. Materias e métodos 147
3. Resultados e discussão 152
4. Conclusão 158
Referencias 159
4. DISCUSSÃO GERAL 168
CONCLUSÃO 173
REFERÊNCIAS 175
APÊNDICE A 180
APÊNDICE B 181
ANEXO A 183

APRESENTAÇÃO

Na INTRODUÇÃO, foram abordados os diferentes tópicos relacionados à temática dessa tese que determinaram os questionamentos, as hipóteses e os objetivos inerentes a esta pesquisa.

A metodologia da pesquisa, os resultados e a conclusão de cada tópico estudado estão apresentados como MATERIAIS E MÉTODOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO e CONCLUSÃO nos próprios artigos científicos.

A DISCUSSÃO GERAL e a CONCLUSÃO disposta após os artigos apresentados referem-se às interpretações e às conclusões obtidas pelas análises referentes aos artigos científicos redigidos nesta pesquisa.

Nas REFERÊNCIAS, constam apenas os autores referenciados nas seções INTRODUÇÃO e REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

1. INTRODUÇÃO

A prevalência de sobrepeso e obesidade vem aumentando rapidamente no mundo. Em 2002, estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS) apontam que existe mais de um bilhão de adultos com excesso de peso, sendo 300 milhões considerados obesos (LOBSTEIN, BAUR, UAUY, 2004; WHO, 2010). O levantamento mais recente do Ministério da Saúde aponta que, no Brasil, 50,8% dos brasileiros estão acima do peso ideal. Destes, 17,5% são obesos. Os homens têm mais excesso de peso do que as mulheres, 54,7% e 47,4%, respectivamente. É o que revela a pesquisa Vigitel 2013 (Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico) (PORTAL BRASIL, 2014). A obesidade na população aumenta a cada ano, de 2006 a 2009, a proporção de pessoas com excesso de peso subiu de 42,7% para 46,6% e o percentual de obesos cresceu de 11,4% para 13,9% no mesmo período (MINISTÉRIO DA SAUDE, 2010).

A Política Nacional de Alimentação e Nutrição (2011) evidencia que o declínio no nível de atividade física, aliado à adoção de modos de se alimentar pouco saudáveis, com a adesão a um padrão de dieta rica em alimentos com alta densidade energética e baixa concentração de nutrientes, o aumento do consumo de alimentos ultraprocessados e o consumo excessivo de sódio, gorduras e açúcar têm relação direta com o aumento da obesidade e demais doenças crônicas, como o diabetes e a hipertensão, o que explicam, em parte, as crescentes prevalências de sobrepeso e obesidade observadas nas últimas décadas.

Para reduzir o número de obesos, a OMS recomenda o aumento no consumo de alimentos ricos em fibras como frutas, hortaliças e grãos integrais, além de diminuição no consumo de açúcares e doces e a substituição de parte da gordura saturada consumida por óleos vegetais insaturados (WHO, 2010).

Dentre os alimentos presentes na alimentação diária, o grupo das carnes e seus derivados apresentam conteúdo energético significativo, pois apesar de estes fornecerem proteínas, vitaminas e minerais, contêm uma quantidade elevada de gordura saturada, colesterol e sódio. Além disso, não possuem fibras alimentares na sua composição (TERRA, FRIES, TERRA, 2004).

Durante a preparação dos produtos cárneos, pode-se alterar a quantidade e a qualidade de nutrientes, reformulando o produto. Isso pode ser feito reduzindo compostos

normalmente utilizados em excesso a quantidades mais apropriadas e incorporando ingredientes com propriedades funcionais, como fibras alimentares, probióticos, prebióticos, óleos de peixe, óleo vegetais, ervas, especiarias e extratos com antioxidantes naturais (JIMÉNEZ-COLMENERO, REIG, TOLDRA, 2006; DECKER; PARK, 2010).

As fibras dietéticas são nutricionalmente importantes, pois mantêm o funcionamento normal do trato gastrointestinal, induzem a saciedade no momento das refeições, reduzem os níveis sanguíneos de colesterol, além de diminuir a propensão de câncer do cólon e modular a resposta glicêmica (DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010).

O Guia Alimentar para a população brasileira recomenda o consumo de 25g de fibras alimentares ao dia para adultos (BRASIL, 2006). A Sociedade Brasileira de Cardiologia orienta o consumo entre 20 a 30g de fibras e a Sociedade Brasileira de Diabetes de 21 a 30g fibras/dia (SPOSITO et al., 2007; Manual oficial de contagem de carboidratos, 2009). Para crianças, conforme a Academia Pediatra Norte-Americana, deve-se adicionar de 5 a 10g à idade da criança. Assim, nesse caso, uma criança de 10 anos deveria consumir de 15 a 20g de fibras/dia. A Dietary References Intakes (DRI) recomenda 14g de fibra/1000 Kcal para todas as idades (BARBOSA et al., 2007).

Existe uma tendência na indústria de alimentos para o desenvolvimento de produtos com ingredientes saudáveis denominados de funcionais que, quando consumidos, proporcionam benefícios à saúde humana, sendo auxiliares no tratamento de dislipidemias, menopausa, cânceres, envelhecimento precoce, constipação, entre outros.

De acordo com a Resolução nº 18 e 19 de 1999 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o alimento funcional é um alimento ou ingrediente que quando consumido como parte da dieta usual, além das funções nutricionais básicas deve produzir efeitos metabólicos e/ou benéficos à saúde e deverá ser também seguro para o consumo sem supervisão médica. As fibras alimentares compõem a lista de ingredientes aprovados como alimentos com propriedades funcionais pela Anvisa. A adição de fibras alimentares em produtos cárneos poderia auxiliar no aumento do consumo de fibras pela população.

Weiss et al. (2010) demonstram vários estudos que aplicaram fibras alimentares com o objetivo de reduzir a gordura em hambúrgueres, salsichas, linguiças e mortadelas.

Apesar de existirem alguns trabalhos sobre produtos cárneos com formulação diferenciada, visando benefícios à saúde do consumidor, a bibliografia sobre os efeitos *in*

vivo do consumo destes produtos cárneos diferenciados é muito escassa. Não está bem elucidado na literatura se o produto cárneo elaborado com ingredientes funcionais possui efeitos benéficos à saúde quando comparados com o produto de formulação tradicional.

Este trabalho foi composto por dois ensaios experimentais. O primeiro ensaio foi a elaboração de hambúrgueres de carne bovina com adição de fibras alimentares (farinha de linhaça dourada e quitosana). No segundo ensaio, foram formuladas salsichas de carne de frango com adição de fibras alimentares (farinha de linhaça dourada e quitosana). Em cada ensaio, foram analisados os aspectos físico-químicos, sensoriais, oxidativos e microbiológicos dos produtos elaborados. A fim de verificar a ocorrência de possíveis problemas tecnológicos e, posteriormente, de analisar o efeito do consumo desses produtos reformulados *in vivo*.

Essas formulações de produtos cárneos foram incorporadas em dietas experimentais e comparadas com formulação tradicional sobre a resposta metabólica de ratos normolipidêmicos e normoglicêmicos.

A escolha destes produtos cárneos (hambúrguer e salsicha) ocorreu na intenção de elaborar alimentos que possuam modo de preparo diferenciado. O hambúrguer é um produto moldado cru homogeneizado em misturadeira e que, para ser consumido, passa por um processo de cocção, já a salsicha é um embutido emulsionado curado cozido.

As fontes de fibras alimentares (farinha de linhaça e quitosana) foram escolhidas devido as suas potencialidades e os benefícios à saúde descritos na literatura. Além disso, a escolha se deu pelo acesso à matéria-prima e por apresentarem propriedades funcionais regulamentadas pela ANVISA.

Baseado no contexto apresentado objetivou-se elaborar produtos cárneos com adição de ingredientes funcionais, bem como avaliar suas características tecnológicas e seus efeitos sobre a resposta metabólica de ratos. Nessa perspectiva, os objetivos específicos foram:

- ✓ Substituir parte da gordura de hambúrguer de carne bovina por fibras alimentares (farinha de linhaça dourada e quitosana) e avaliar os efeitos dessa substituição sobre as características físico-químicas, sensoriais, oxidativas e microbiológicas;
- ✓ Avaliar a qualidade protéica in vivo de hambúrgueres elaborados com quitosana e farinha de linhaça dourada desengordurada que foram transformados em farinha e incorporados como fonte protéica na dieta de ratos jovens;

- ✓ Analisar os efeitos de dietas experimentais contendo os hambúrgueres elaborados com fibras sobre o ganho de peso, perfil lipídico, órgãos e funcionamento intestinal de ratos normoglicêmicos e normolipidêmicos;
- ✓ Desenvolver formulações de salsichas de carne de frango com fibras dietéticas (quitosana e farinha de linhaça dourada) e com reduzido teor de gordura e avaliar os efeitos sobre as características físico-químicas e sensoriais;
- ✓ Mimetizar condições de comercialização de salsicha de carne de frango com fibras alimentares em balcões de refrigeração e embalagens de isopor e verificar a qualidade microbiológica e a estabilidade oxidativa das salsichas armazenadas a temperatura refrigerada por 14 dias;
- ✓ Avaliar a qualidade protéica dessas salsichas de carne de frango com fibras alimentares no metabolismo de ratos jovens recém-desmamados, ao incorporar na dieta desses animais as salsichas em forma de farinha como fonte protéica;
- ✓ Avaliar a resposta metabólica de ratos normoglicêmicos e normolipidêmicos, que receberam dietas experimentais contendo farinha de salsicha de frango com fibras alimentares (quitosana, farinha de linhaça dourada desengordurada e integral).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produtos cárneos

Os produtos cárneos são preparados com carnes de animais de açougue, sadios e abatidos sob inspeção sanitária, ou outros tecidos animais comestíveis como miúdos ou gorduras, submetidos a processos tecnológicos adequados, crus ou cozidos. Entende-se produtos cárneos processados como aqueles em que as propriedades originais da carne fresca foram modificadas através de tratamentos físicos, químicos ou biológicos, ou ainda, por meio da combinação desses métodos. O processo geralmente envolve cortes ou operações de misturas e homogeneizações com a adição de condimentos, especiarias e aditivos. Esses processos objetivam o prolongamento da vida-de-prateleira dos produtos, de

modo a anular ou a reduzir a ação de enzimas e microrganismos (ORDÓÑEZ et al., 2005).

De acordo com o artigo 412 do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA, o embutido cárneo é um "produto elaborado com carne ou órgãos comestíveis curados ou não, condimentado, cozido ou não, defumado e dessecado ou não, tendo como envoltório a tripa natural (bexiga ou outra membrana animal) ou artificial".

Os produtos são classificados segundo a forma, o tamanho, o sistema de acondicionamento, o processo ou a técnica de fabricação e condimentação. As características sensoriais de aparência devem ser próprias e a superfície deve apresentar-se com características típicas para cada produto. Modificações como superfície úmida, limosa, sebosa, pegajosa ou viscosa indicam alteração. O invólucro não deve estar danificado. Ainda, a coloração deve ser uniforme e característica, rósea no produto curado cozido e avermelhado no curado cru, sem manchas ou alterações (esverdeada ou pardacenta) da cor característica. A consistência deve ser própria, com maior ou menor firmeza conforme o tipo de produto. O odor e o sabor dos produtos devem ser característicos e a parte gordurosa não deve apresentar-se com odor ou sabor de ranço (TERRA, FRIES, TERRA, 2004).

2.2 Hambúrguer

O hambúrguer é definido como um produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado, devendo a textura, a cor, o sabor e o odor serem característicos (BRASIL, 2000).

No século XVIII, o hambúrguer era servido no prato, com cebolas e batatas, pelos germânicos, porém, foram os marinheiros alemães que partiram do porto de Hamburgo para a Rússia que começaram a cozinhar os bifes de carne picada. Por influência dos imigrantes alemães, estes bifes redondos de carne moída, "*hamburguer beef* – bifes ao estilo hambúrguer", chegaram à América. Foi na década de 1910 e 1920 que o hambúrguer se transformou em um sanduíche. Servido entre duas fatias de pão, passou a ser uma alternativa ao cachorro-quente. A primeira cadeia de hambúrguer do mundo, inaugurada em 1924 nos Estados Unidos, foi a *Whiste Castle*. No Brasil, o hambúrguer começou a ser consumido

após a instalação da primeira lanchonete do Bob´s, no Rio de Janeiro (CARBONELL, 2005).

O hambúrguer é um alimento muito apreciado pelos consumidores de diferentes faixas etárias, crianças, adolescentes e adultos, devido ao seu sabor, variedade, praticidade e marketing. Além disso, é facilmente encontrado em supermercados, lojas de conveniência e redes de *fast food*. Está pronto em poucos minutos para o consumo, o que facilita para os consumidores que retornem rapidamente para suas atividades de trabalho, estudo e lazer.

Esse produto possui nutrientes que alimentam e sacia a fome rapidamente, o que combina com o modo de vida que vem se instalando nos centros urbanos (ARISSETO, 2003).

Para manter e conquistar novos consumidores, existe uma diversidade de sabores como hambúrguer bovino, frango, misto, peru, avestruz, calabresa, dentre outros. E, ainda, com a finalidade de atrair a atenção do público infantil, algumas embalagens apresentam ilustrações de personagens de desenhos animados.

Hautrive et al. (2008) elaboraram um hambúrguer de carne de avestruz utilizando partes consideradas menos nobres como recortes resultantes da desossa e tiveram uma boa aceitação pelos consumidores, que foi demonstrada pelo elevado índice de intenção de compra. Santos Junior et al. (2009) desenvolveram um hambúrguer, adicionado de farinha de aveia, visando ao aproveitamento da carne de ovinos de descarte. A amostra preferida na avaliação sensorial foi composta por 50% de carne ovina; 46% de carne suína e 4% de aveia. Bomdespacho et al. (2011) desenvolveram um hambúrguer fermentado com cultivo probiótico à base de carne de frango e com adição de farinha de okara. Os hambúrgueres apresentaram características físicas e sensoriais adequadas e apresentaram uma intenção de compra em que 60% dos julgadores afirmaram que certamente ou provavelmente comprariam o produto.

2.3 Salsicha

A salsicha é um dos embutidos mais tradicionais dos produtos cárneos do mundo (AYO et al., 2007; AYO et al., 2008).

Assim como o hambúrguer, a salsicha é um alimento popular estimado por crianças, jovens e adultos. Um dos pratos mais conhecidos, que levam a salsicha como ingrediente principal, é o cachorro-quente, alimento mundialmente consumido.

Conforme a Instrução Normativa nº 04/2000 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, entende-se por "salsicha" o produto cárneo cozido curado de massa fina, caracterizado pelo elevado grau de divisão dos seus constituintes e elevado conteúdo de gordura (até 30%). É um produto cárneo industrializado, obtido da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais de açougue, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural, ou artificial ou por processo de extrusão, e submetido a um processo térmico adequado. A salsicha exige uma variedade de ingredientes cárneos e não-cárneos para sua elaboração. Como ingredientes obrigatórios para sua confecção estão incluídos as carnes das diferentes espécies de animais de açougue e o sal. É permitida a adição de carne mecanicamente separada (até 60% em salsichas comuns), miúdos comestíveis de diferentes espécies de animais de açougue (até 10% de estômago, coração, língua, rins, miolos, fígado), tendões, pele e gorduras, exceto nas salsichas tipo Viena e Frankfurt.

Dentre os ingredientes não-cárneos, destacam-se os aditivos (conservantes, fosfatos, agentes ligadores, antioxidantes, corantes), envoltórios, especiarias e condimentos. (TERRA, 2005).

O processamento da salsicha inicia com as carnes magras, ricas em miosina e actina, passando pelo refino no *cutter* com a metade da quantidade de gelo e de sal. Essa solução salina extrai completamente as proteínas miofibrilares, preparando-as para o completo encapsulamento das gotículas de gordura. A seguir, adiciona-se a gordura, formando uma emulsão cárnea a qual é constituída de duas fases: uma fase contínua representada pela água e uma fase descontínua representada pelas gotículas de gordura. Essas fases, apesar de imiscíveis, são estabilizadas pelas proteínas solúveis da carne que foram extraídas durante a cominuição em *cutter*, gerando a estabilização quando recobrem integralmente as gotículas de gordura, evitando a coalescência das mesmas. Além das proteínas solúveis da carne, também agem como estabilizantes as proteínas de soja, do leite, do soro, do plasma e o colágeno. Concluída a emulsificação, a massa é embutida em tripas de celulose e dividida em gomos, e passa-se para o cozimento. Nessa etapa, o calor ao desnaturar as proteínas, irá transformá-las em alvéolos contendo gotículas de gordura; além de refletir na cor, aroma,

sabor e textura do produto (TERRA, 2005).

Pereira (2010) elaborou salsichas com concentrações de carne mecanicamente separada de frango associada a fibra de colágeno e obtiveram escores para os atributos sensoriais avaliados como sabor, textura, aparência e impressão global apresentaram-se baixos, com médias em torno de 6 e 7, ou seja, variaram de “gostei pouco” a “moderadamente”.

2.4. Produtos Cárneos com fibras alimentares

Pesquisas recentes demonstram o aumento no uso de fibras alimentares de diversas fontes adicionados em produtos cárneos. O consumo diário de fibras alimentares regulariza o funcionamento intestinal, auxilia na redução do colesterol plasmático, prevenção e tratamento da doença diverticular do cólon, redução do risco de câncer e melhora o controle do *diabetes mellitus* (SCHULZE et al., 2004, PIÑERO et al., 2008).

As fibras de aveia, trigo, beterraba, linhaça, soja e frutas já foram utilizadas na formulação de produtos cárneos (FERNANDEZ-GINÉZ et al., 2005; JIMÉNEZ-COLMENERO, 2006).

Estudos utilizando fécula de mandioca e farinha de aveia em concentrações até 3%, em hambúrgueres com teor de gordura reduzido, obtiveram bons resultados sensoriais (SEABRA et al., 2002). Bilek e Turhan (2009) relatam que formulações de hambúrgueres com até 3% de linhaça aumentaram o valor nutricional no produto e foram bem aceitas pelos julgadores.

A redução da gordura em produtos de cárneos é desafiador e apresenta dificuldades em termos de aparência, sabor e textura. Se o teor de gordura é reduzido e o conteúdo de carne é simultaneamente aumentado, pode-se alterar a cor do produto, aumentar a firmeza e diminuir a retenção de água. Por este motivo, uma série de hidrocolóides com capacidade de retenção de água, capazes de promover a formação de géis são analisados quanto à capacidade de substituir a gordura como o uso de alginato, carragena, goma xantana, derivados de celulose, amido e pectinas (WEISS et al., 2010).

2.5. Alimentos funcionais

As carnes e os produtos cárneos são alimentos com alto teor de nutrientes como ferro, zinco, ácido linoléico conjugado, vitaminas do complexo B e proteínas de alto valor biológico (ARIHARA, 2006). Entretanto, contém certas proporções de nutrientes e ingredientes, como ácidos graxos saturados, colesterol, sódio, lipídios e calorias, que se consumidas em exagero, contribuem com efeito negativo na saúde humana (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2001). Estudos científicos demonstram a correlação do desequilíbrio na ingestão de nutrientes e a incidência de doenças cardiovasculares, câncer, diabetes, osteoporose e obesidade (WEISS et al., 2010). Uma estratégia para prevenir ou diminuir a incidência destas patologias seria a ingestão de alimentos de forma equilibrada e o consumo de alimentos produzidos com ingredientes com propriedades terapêuticas e funcionais (DECKER, PARK, 2010).

Durante a preparação dos produtos cárneos, pode-se alterar a quantidade e a qualidade de nutrientes, reduzindo compostos normalmente utilizados em excesso a quantidades mais apropriadas (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2001; JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2010), como a redução do teor de gordura, colesterol, calorias, sódio, nitritos e a incorporação de ingredientes funcionais (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2001).

Infelizmente, a redução destes compostos faz com que ocorram alterações indesejáveis no produto como menor estabilidade, aceitação sensorial e capacidade de retenção de água, que são muitas vezes difíceis de compensar (WEISS et al., 2010). A indústria precisa se adaptar e buscar novas formulações, que atenda a necessidade do consumidor em ingerir alimentos mais saudáveis que os tradicionais, porém que também sejam saborosos e atrativos.

O termo "alimentos funcionais" surgiu em 1980 no Japão, são alimentos que além de satisfazerem às necessidades nutricionais básicas desempenham efeitos fisiológicos benéficos (GIBSON, WILLIAMS, 2000).

O alimento funcional é um alimento ou ingrediente que quando consumido como parte da dieta usual, além das funções nutricionais básicas deve produzir efeitos metabólicos e/ou benéficos à saúde e deverá ser seguro para o consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999a).

Existem alguns critérios estabelecidos para determinação de um alimento funcional, tais como: exercer ação metabólica ou fisiológica que contribua para a saúde física e para a diminuição de morbidades crônicas; integrar a alimentação usual; os efeitos positivos devem ser obtidos em quantidades não tóxicas, perdurando mesmo após suspensão de sua ingestão; e, por fim, os alimentos funcionais não são destinados ao tratamento ou cura das doenças (BORGES, 2000).

Os principais alimentos funcionais são: fibras, ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 (n-3), fitoquímicos, peptídeos ativos (arginina e glutamina), prebióticos (inulina e oligofrutose ou frutooligossacarídeo), e os probióticos (lactobacilos acidófilos, casei, bulgárico e lactis) (BORGES, 2000).

No Brasil, a indústria de laticínios vem despontando. Entretanto, a indústria de carnes na maioria dos países, tem sido hesitantes em adotar a tendência funcional e adicionar ingredientes fisiologicamente ativos e com propriedades funcionais em produtos cárneos.

Tais ingredientes incluem a adição de proteínas vegetais, fibras alimentares, probióticos, prebióticos, óleos de peixe, óleo vegetais, chás, ervas, especiarias e extratos com antioxidantes naturais (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2001; JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2006; DECKER, PARK, 2010).

O alimento pode alegar propriedade funcional caso estiver nutriente ou não nutriente relacionados no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano. A alegação de propriedade de saúde implica a existência de relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde (BRASIL, 1999b).

Nos últimos anos, cresceu a demanda dos consumidores por produtos mais saudáveis com teor reduzido de gordura, colesterol, conteúdo diminuído de cloreto de sódio e nitrito, melhor composição do perfil de ácidos graxos, além de componentes bioativos, como promotores da saúde, como por exemplo, carotenóides, ácidos graxos insaturados, esteróis, e fibras. Por outro lado, os consumidores esperam que esses novos produtos com formulações à base de carne não tenham alteração no sabor, aspecto e odor, que apresentem da mesma forma que seus tradicionalmente formulados (SIRÓ et al., 2008).

Para que um produto possa alegar propriedade de saúde com as fibras alimentares, este deve fornecer na porção do produto sólido pronto para consumo no mínimo 3g de fibras

em 100g do produto. Os fabricantes podem utilizar a seguinte alegação: “As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”. Caso for a fibra quitosana, pode utilizar a seguinte alegação: “A quitosana auxilia na redução da absorção de gordura e colesterol. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis” (BRASIL, 1999).

O produto para ser considerado fonte de fibra alimentar deve fornecer no mínimo 3g de fibra em 100g do produto (BRASIL, 2012).

2.6. Quitosana

A quitina é um polissacarídeo que é precursor da quitosana. A principal fonte é a carapaça de crustáceos (caranguejo, camarão, lagosta e siri). Tanto a quitina como a quitosana são polissacarídeos biocompatíveis e de baixa toxicidade ao organismo humano (ABDOU, NAGY, ELSABEE, 2008).

Pesquisas demonstram que a inclusão da quitosana na dieta de ratos alimentados com alto teor de gordura promove a redução da concentração de colesterol plasmático total e a inibição da absorção de colesterol e triglicérideos. Estudos *in vivo* e *in vitro* demonstraram que a quitosana pode sequestrar ácidos biliares, evidenciando, assim, a potente habilidade desta em aumentar a excreção lipídica através das fezes (LIU, ZHANG, XIA, 2008; ZHANG et al., 2008).

Damian et al. (2005) referem-se a experimentos realizados com uma nova dieta com quitosana em pacientes obesos. Um grupo foi tratado com dieta hipocalórica e quitosana e o outro com a mesma dieta do primeiro e placebo por quatro semanas. Ao final do período de estudos, foram observados em ambos os grupos uma redução estatisticamente significativa no peso corporal e sobrepeso, nos níveis de triglicerídios, colesterol total e colesterol LDL, mas, naquele tratado com quitosana, as diferenças de valores foram estatisticamente superiores que o do placebo.

2.7. Linhaça

A linhaça (*Linum usitatissimum*) é um grão oleaginoso de coloração marrom ou amarelo claro, fonte de fibras solúveis e insolúveis, proteína vegetal, carboidratos e lipídios (CHEN, XU, YANG, 2007).

As fibras podem ser divididas em solúveis e insolúveis. As fibras solúveis são fermentadas no intestino pelas bactérias do cólon e contribuem no organismo com hipoglicemiante, hipocolesterolêmico, hipotrigliceridêmico e auxiliam no aumento da saciedade. As fibras insolúveis em conjunto com a água consumida aumentam o volume das fezes, o que contribui no tratamento da constipação e síndrome do intestino irritável (CAMPOS, 2007)

A linhaça é fonte dos ácidos graxos poliinsaturados α-linolênico (ALA, 18:3n-3) e linoléico (AL, 18:2n-6), os quais são importantes para o desenvolvimento do sistema nervoso central. Além disso, auxiliam na prevenção de doenças cardiovasculares, diabetes e câncer, bem como atuam na redução de processos inflamatórios e doenças autoimunes (SIMOPOULOS, 2008).

A semente de linhaça também é rica em ácidos fenólicos, que agem como antioxidantes, e ligninas que são substâncias com estrutura química semelhante ao estrogênio, utilizada para minimizar os sintomas da menopausa, período do metabolismo feminino em que os níveis de estrogênios estão naturalmente diminuídos (LEMAY et al., 2002).

A linhaça possui duas variedades bastante conhecidas: marrom e dourada. A linhaça dourada desenvolve-se em climas muito frios, como no Canadá (maior produtor mundial de linhaça) e norte dos Estados Unidos. A linhaça marrom pode desenvolver-se em regiões de clima quente e úmido, como é o caso do Brasil. Ambas as variedades são praticamente idênticas nas propriedades nutricionais e terapêuticas sendo mínimas as suas diferenças (MOLENA-FERNANDES et al., 2010)

O grão pode ser consumido *in natura*, inteiro ou moído, acrescentado diretamente sobre os alimentos como frutas, leite, iogurte, ou pode ser utilizado como ingrediente na preparação de pães, biscoitos, sobremesas, feijão e produtos cárneos (MARQUES et al., 2011).

A principal aplicação do grão inteiro de linhaça é em produtos forneados preparados com cereais, com o intuito de aumentar a quantidade e qualidade de fibra e proteína. A linhaça em forma de farinha é adicionada em alimentos como caramelos, bebidas nutritivas, iogurte, saladas, sopas e produtos cárneos processados (MAZZA, 2000; VERNAZA et al., 2007).

O termo farinha de linhaça pode ser aplicado à semente moída sem extrair o óleo, à torta de linhaça moída e à farinha obtida do processo de extração do óleo. Todos estes produtos apresentam diferentes conteúdos de óleo (35; 10 e 3%, respectivamente) (FAO, 2008).

2.8. Produtos cárneos com teor reduzido em gordura

Conforme a Portaria n°27/98 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1998), um produto é considerado de teor reduzido em gordura, quando houver uma redução de no mínimo 25% desta fração quando comparado ao produto convencional; e baixo em gordura, quando este componente estiver presente em quantidades menores que 3%.

Para que um ingrediente seja considerado um substituto de gordura, este deve contribuir com um mínimo de calorias e não deve alterar drasticamente as características sensoriais e funcionais do produto (FIGUEIREDO et al, 2002).

Pesquisas demonstram o uso de fibras de diversas fontes como substituto de gordura em produtos cárneos, como: carragena, aveia, farelo de arroz, fécula de mandioca, fibra de soja, fibra de ervilha,(ANDERSON, BERRY, 2000; MARQUES, 2007; PIÑERO et al., 2008).

Os efeitos tecnológicos que as fibras promovem quando adicionadas nos alimentos: aumento no rendimento, capacidade de retenção de umidade e gordura após cocção, bem como melhora a aceitabilidade, além de redução de custos na produção (CAMPAGNOL et al., 2006; MONTEIRO et al.; 2006).

MANUSCRITO 1

Fibras alimentares como substituto de gordura sobre as características físico-químicas, sensoriais, oxidativas e microbiológicas de hambúrguer de carne bovina

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de farinha de linhaça dourada e quitosana como substitutos de gordura sobre as características físico-químicas, sensoriais, oxidativas e microbiológicas de hambúrguer de carne bovina. Foram elaborados hambúrgueres com adição de 4% de quitosana (HQ), 7,5% de farinha de linhaça dourada integral (HLI), 7,5% de farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD) e hambúrguer sem adição de fibras (HT). Foram realizadas análises químicas (umidade, proteínas, lipídios e cinzas), perfil de textura, análise sensorial e microbiológicas. A determinação da cor, pH e TBARS foram realizadas no tempo 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento. Os hambúrgueres apresentaram proteína maior que 17% e lipídio menor que 8,5%. O HQ foi a formulação com maior dureza, gomosidade, coesão, retenção de gordura e menor encolhimento. Os hambúrgueres com fibras apresentaram menor aceitação sensorial. Ocorreu tendência de diminuição dos valores de L^* e a^* e houve um aumento dos valores de b^* *e* h^* nas amostras de hambúrgueres. O HQ apresentou o maior pH desde o tempo zero (6,6). Com exceção do HLI, os hambúrgueres apresentaram TBARS abaixo de 1,4 mg malonaldeído. As análises microbiológicas estão dentro dos limites aceitáveis estabelecidos pela legislação brasileira. Os hambúrgueres poderiam ser produzidos pela indústria de carnes, entretanto para uma melhor aceitação pelos consumidores, poderia ser ajustada a quantidade de água adicionada ao produto, além de incluir, a informação na embalagem que é um produto fonte de fibras alimentares e com baixo teor de gordura o que atrairia mais consumidores.

Palavras-chave: produtos da carne, linhaça, quitosana, vida-de-prateleira

1. Introdução

A carne tem um grande valor nutritivo devido ao seu teor de macronutrientes, como as proteínas de alto valor biológico, e micronutrientes, como o ferro, o que torna a carne um alimento essencial de consumo (GALÁN; GARCÍA; SELGAS, 2010).

Os produtos cárneos geralmente possui um alto percentual de gordura (20 a 30%). O hambúrguer é definido como um produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a um processo tecnológico adequado, devendo ter no máximo 23% de gordura e no mínimo 15% de proteína (BRASIL, 2000).

Nos últimos anos, aumentou as exigências dos consumidores para alimentos mais saudáveis e produtos cárneos com reduzido nível de gordura, colesterol, cloreto de sódio e nitrito (ZHANG et al., 2010).

A redução de gordura nestes produtos pode comprometer os parâmetros de textura, aparência, palatabilidade e aceitação global do produto (VANDENDRIESSCHE, 2008). Existe uma tendência para o uso de fibras alimentares como substitutos de gordura em produtos cárneos (PIÑERO et al., 2008).

As fibras alimentares aumentam a capacidade de retenção de água, capacidade de retenção de gordura, emulsificação e formação de gel. Além disso, evita a sinerese (a separação de líquido a partir de um gel provocada por contração) e melhora a vida de prateleira (ELLEUCH et al., 2011).

Os consumidores esperam que esses novos produtos com formulações à base de carne não tenham alteração no sabor, aspecto e odor, e que apresentem as mesmas características organolépticas que seus tradicionalmente formulados (SIRÓ et al., 2008).

Weiss et al (2010) demonstram vários estudos que aplicaram fibra com o objetivo de reduzir a gordura em hambúrgueres, salsichas e mortadela. As fibras de aveia, trigo, beterraba, linhaça, soja e de frutas foram usadas na formulação de produtos cárneos (FERNANDEZ-GINEZ et al, 2005;. JIMÉNEZ-COLMENERO; REIG; TOLDRÁ, 2006).

O hambúrguer é um alimento apreciado por consumidores de diferentes faixas etárias, devido às suas características sensoriais e por ser um produto de baixo custo e de rápido preparo. Baseado nisso, o objetivo deste trabalho foi substituir parte da gordura do hambúrguer por fibras alimentares (farinha de linhaça dourada e quitosana) e avaliar os efeitos dessa substituição sobre as características físicas-químicas, sensoriais, oxidativas e microbiológicas de hambúrguer de carne bovina.

2. Material e métodos

2.1. Matéria-prima

As carnes utilizadas na elaboração dos hambúrgueres foram adquiridas em um estabelecimento comercial do município de Santa Maria - RS. As fibras alimentares

adicionadas nos hambúrgueres foram as seguintes: farinha de linhaça dourada integral, farinha de linhaça dourada desengordurada e quitosana. A farinha de linhaça dourada integral e a desengordurada foram cedidas pela Cisbra®, Panambi, Rio Grande do Sul, Brasil. A quitosana foi doada pela Selachi® Ind. Com. Imp. Exp. Ltda, Fortaleza, Ceará, Brasil. Os demais ingredientes para elaboração dos hambúrgueres foram fornecidos pela Bremil® Indústria de Produtos Alimentícios, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil.

2.2. Elaboração dos hambúrgueres

Os hambúrgueres foram elaborados conforme formulação constante na tabela 1.

A adição de diferentes proporções de fibras nas formulações ocorreu devido à distinta porcentagem de fibra alimentar da quitosana e da farinha de linhaça dourada desengordurada e integral. A quitosana utilizada era composta de 77,32% de fibra total sendo 26,44% de fibra solúvel e 50,92% de fibra insolúvel e a farinha de linhaça dourada desengordurada de 44,91% de fibra total que corresponde a 8,25% de fibra solúvel e 36,66% de fibra insolúvel e a farinha de linhaça dourada integral tem 40,77% de fibra total sendo que 4,24% é fibra solúvel e 39,63% de fibra insolúvel.

Cada formulação foi calculada de modo que apresentassem 3g de fibra alimentar no produto pronto. Para que um produto possa alegar propriedade de saúde e ser fonte de fibras alimentares este deve fornecer na porção do produto sólido pronto para o consumo no mínimo 3g de fibras/ 100g do produto (BRASIL, 1999; BRASIL, 2012).

Para a elaboração dos hambúrgueres a carne foi cortada em cubos e moída em moedor de carne elétrico (marca Jamar PJ22, Jamar Ltda, São Paulo, Brasil) com disco de 10 mm, já a gordura foi moída em discos de 5 mm. Foram adicionados na carne e no toucinho, primeiramente, o sal e a água, para extração das proteínas miofibrilares. Posteriormente, a pimenta, alho, cebola, proteína de soja, antioxidante e as fibras alimentares (farinha de linhaça e/ou quitosana em pó).

A mistura cárnea foi homogeneizada em misturadeira (marca Jamar®, modelo MJ 35, Tupã, São Paulo) até obtenção da liga e em seguida foi embalada em invólucro artificial de calibre 115mm. Permaneceu em câmara de congelamento à temperatura de -18ºC por 12 horas e após foi realizado fatiamento em fatiador de frios da marca Palladium obtendo-se

hambúrgueres com peso líquido médio de 55g e 10 cm de diâmetro cada. Os hambúrgueres foram embalados, acondicionados e armazenados em freezer sob a temperatura de -18°C.

2.3. Cocção dos hambúrgueres

Os hambúrgueres congelados foram grelhados em grill da marca Britania durante 8 minutos (4 minutos de cada lado) até atingir no centro geométrico uma temperatura de 73°C.

2.4. Composição química

Três amostras de hambúrguer cru e cozido foram retiradas de cada tratamento e as análises foram realizadas em triplicata. A umidade (105ºC por 24 h), proteína bruta (método Kjeldahl, nitrogênio 6,25) e as cinzas (incineração a 550ºC até cinza branca) foram analisadas de acordo com a AOAC (1995). A gordura foi determinada conforme Bligh & Dyer (1959). O valor energético total foi calculado utilizando os fatores de conversão de energia da seguinte forma: o valor energético total (kcal / 100 g) = (porcentagem de proteína × 4 kcal.g-1) + (porcentagem de lipídios × 9 kcal.g-1) + (total percentagem de hidratos de carbono × 4 kcal.g-1). Os resultados estão expressos em g / 100 g de hambúrguer em base úmida (%).

2.5. Textura (TPA)

O perfil de textura das amostras foi realizado em texturômetro TA-XT.plus e Texture Expert Exponent Software (Stable Microsystems Ltd., Surrey, England). Previamente às análises, a temperatura das amostras foi equilibrada à temperatura ambiente. Os hambúrgueres foram preparados (25 mm de diâmetro e 10 mm de altura) e foi realizado o teste de compressão dupla com compressão de 50% da altura original da porção utilizando probe cilíndrico de 40 mm de diâmetro (P/40). Foram realizadas três análises independentes em cada formulação. Para cada repetição, cinco determinações foram realizadas e a média utilizada na análise estatística. As condições para a análise do perfil de textura foram as

seguintes: velocidade de pré-teste 1 mm/s, velocidade de teste 2mm/s, velocidade pós-teste 2mm/s, force 1g, trigger 0,04903 g.

Os parâmetros avaliados foram (Bourne, 1978): dureza: pico de força (N) requerido para a primeira compressão; elasticidade: distância (cm) da recuperação da amostra após a primeira compressão; coesividade: razão entre o trabalho realizado durante a curva da segunda compressão sobre a curva da primeira compressão (adimensional); gomabilidade: o produto da dureza x coesividade (N); e mastigabilidade: o produto da dureza x coesividade x elasticidade (N^2 cm).

2.6. Propriedades tecnológicas

2.6.1. Rendimento

O rendimento dos hambúrgueres foi determinada medindo o peso de três hambúrgueres para cada tratamento / lote, e calculando as diferenças de peso antes e depois da cocção (HAUTRIVE et al., 2008):

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

2.6.2. Retenção de umidade

A capacidade de retenção de umidade foi calculada através da diferença do peso e umidade do hambúrguer cru e peso e umidade do hambúrguer cozido (SEABRA et al., 2002, PIÑERO et al., 2008):

$$\% \text{ CRA} = \frac{\text{peso cozido x \% umidade amostra cozida}}{\text{peso cru x \% umidade amostra crua}} \times 100$$

2.6.3. Retenção de gordura

A retenção de gordura foi verificada pela diferença do peso e gordura do hambúrguer cozido pelo peso e gordura do hambúrguer cru (PIÑERO et al., 2008):

$$\% \text{ Retenção de gordura} = \frac{\text{peso cozido x \% gordura amostra cozida}}{\text{peso cru x \% gordura amostra cru}} \times 100$$

2.6.4. Encolhimento do hambúrguer

O encolhimento do hambúrguer foi obtido pela diferença do diâmetro cru e cozido do hambúrguer (SEABRA et al., 2002; PIÑERO et al., 2008):

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

As amostras foram pesadas congeladas e medidas seus diâmetros e após tratamento térmico foram pesadas novamente e medido seus diâmetros.

2.7. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada para avaliar o teste afetivo de preferência e aceitação dos novos produtos desenvolvidos. Foram avaliadas as características sensoriais de cor, aroma, sabor e textura por 60 provadores não treinados, adultos de ambos os sexos, consumidores de produtos cárneos. Os provadores foram alunos, professores e funcionários do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFSM.

Os provadores receberam quatro hambúrgueres diferentes de carne bovina e analisaram utilizando uma escala hedônica de 9 pontos (1 = gostei extremamente; 9 = desgostei extremamente). Além disso, foi aplicado o teste de intenção de compra do produto através de uma escala hedônica de 5 pontos, cujos extremos são "1: certamente não compraria" e "5: certamente compraria." A escala hedônica afetiva é usado para medir o

nível de preferência de produtos alimentares por parte dos provadores e da intensidade do gostar ou não gostar de um alimento.

Após o preparo dos hambúrgueres descrito anteriormente, os hambúrgueres foram mantidos em forma de alumínio dentro do forno pré-aquecido. Cada provador recebeu 20 g de cada formulação em pratos plásticos codificados com números de três dígitos, em ordem aleatória, junto com a água e biscoito água e sal, para ser utilizado entre as amostras para limpar a papila gustativa. A análise sensorial foi realizada em uma sala com cabines individuais e o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria sob o nº 125/2011. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento, de acordo com a Resolução nº 196/96 do CNS / MS.

2.8. Determinação da cor

A determinação da cor nos produtos crus foi realizada no tempo 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento. A cor da superfície das amostras de hambúrguer foi avaliada pelo sistema CIELAB, usando aparelho Chroma Meter CR-300 (Minolta®, Osaka, Japão). O aparelho foi calibrado com a placa padrão de calibração fornecida pelo fabricante e a fonte de iluminação utilizada foi o D_{65}. Os resultados foram expressos como L^* (que representa a porcentagem de luminosidade), a^* (direção ao vermelho), b^* (direção ao amarelo), C^* (índice de saturação) e h^* (ângulo de tonalidade). Para cada tratamento, foi obtido o valor médio de cinco leituras em diferentes pontos de três porções.

2.9 Avaliação do pH e oxidação lipídica

A determinação de pH foi realizada conforme descrito por Pastoriza e Sampedro (1994). As amostras (1g) foram homogeneizadas com 9 mL de água destilada e o pH foi mensurado usando um aparelho medidor de pH DMPH – 2 Digimed, previamente calibrado.

O grau de oxidação lipídica das amostras durante o armazenamento foi avaliado através da determinação de substâncias reativa ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), que seguiu a metodologia descrita por Buege e Aust (1978). As amostras foram homogeneizadas com

KCl 1,15% e o sobrenadante incubado a 100ºC durante 15 minutos, em meio contendo ácido tricloroacético e ácido tiobarbitúrico. Após a incubação, o álcool butílico foi utilizado para extrair o produto da reação que foi determinado a 535 nm.

Estas análises foram determinadas nos dias 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento dos hambúrgueres a -18ºC.

2.10. Análise microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas no 3º dia de armazenamento do produto que permaneceu sob refrigeração a 4ºC.

As análises microbiológicas compreenderam a contagem de coliformes a 35ºC (totais), coliformes a 45ºC (fecais), microrganismos mesófilos e psicrotróficos, *Staphylococcus* coagulase positiva e negativa, *Clostridium* sulfito redutor a 46ºC e *Salmonella* sp.

As análises microbiológicas foram realizadas conforme os Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água, Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003 e Committe on microbiological methods for foods da American Public Health Association (2001).

2.11. Análise estatística

O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados e os dados foram analisados através de análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey para a comparação das médias entre as amostras, utilizando-se um nível de significância de 5%. Para a análise dos dados, foi utilizado o programa estatístico *Statistical Analysis System* (SAS, 1997).

3. Resultados e Discussão

3. 1. Composição química

A composição química dos hambúrgueres crus e cozidos está apresentada na Tabela 2. Em relação ao teor de umidade dos hambúrgueres crus, não houve diferença ($p>0,05$). Os hambúrgueres HLI e HLD demonstraram resultados semelhantes em relação ao teor de cinzas e diferiram significativamente ($p <0,05$) dos hambúrgueres HQ e HT. Corroborando com este estudo, Meneses, Molina e Vargas (2011) também obtiveram valores mais elevados de cinzas em hambúrgueres com a adição de elementos de fibra de banana verde quando comparados com o controle e referiram que isso decorre do teor de cinzas elevado da fibra utilizada (4,32%).

A quantidade de proteína foi semelhante nos hambúrgueres elaborados com fibras mas diferiram ($p <0,05$) do HT. Este aumento no teor de proteína dos hambúrgueres com fibras pode ser explicado pelo fato de que a farinha de linhaça dourada e a quitosana possuem uma percentagem de proteína nas suas composições. O teor de proteína da quitosana adicionada nos hambúrgueres foi de 16,55%, a farinha de linhaça dourada integral possui 17,23% e farinha de linhaça desengordurada 23,57%.

Resultados discordantes a este estudo foram relatados por Turhan, Temiz e Sagir (2007) que elaboraram hambúrgueres com baixo teor de gordura e adição de okara (0, 7,5, 15, 22,5, 30 e 37,5%). Os maiores teores de proteína foram encontrados para o hambúrguer sem fibras e os níveis de proteína diminuiram à medida que o teor de okara adicionado nos hambúrgueres aumentou, atribuíram essa diminuição pela quantidade de carne bovina adicionada. Neste estudo a quantidade de carne adicionada foi a mesma em todas as formulações (81,55%).

O teor de lipídios foi maior no HT e o HQ apresentou menor teor de lipídios. Esta maior proporção de gordura no HT foi porque nesta formulação foi adicionada 10% de toucinho e nas demais foi adicionada menos gordura. Contrariando, Bilek & Turhan (2009) demostraram que a adição de farinha linhaça (3%, 6%, 9%, 12% e 15%) aumentou o teor de gordura de hambúrgueres, fato atribuído ao teor de gordura da farinha de linhaça utilizada

nas formulações (37,13%). O HQ apresentou menor valor energético total e diferiu dos demais ($p<0,05$).

De acordo com o regulamento técnico de identidade e qualidade do hambúrguer, o produto deve ter as seguintes características físico-químicas: máximo de 23% de gordura e mínimo de 15% de proteína (BRASIL, 2000). Quando comparadas com as formulações preparadas, pode-se dizer que apresentaram um elevado teor de proteína e uma pequena porcentagem de gordura, destacando assim vantagens nutricionais, além das fibras alimentares adicionadas nas formulações.

Nos hambúrgueres grelhados, o HLI e HLD tiveram maior teor de umidade ($p<0,05$) do que o HQ. Este fato está atribuído a uma maior quantidade de retenção de água nos produtos, como pode ser observado na Tabela 4. A quantidade de cinzas não diferiu entre os tratamentos. Turhan, Temiz e Sagir (2007) ao analisarem os efeitos de diferentes níveis de okara apresentaram resultados semelhantes a este estudo como maior retenção de umidade depois da cocção devido a capacidade de retenção de água das fibras alimentares e teor de cinzas também não aumentaram pela adição de okara.

Os hambúrgueres HT e HQ apresentaram maior teor proteico e o HT maior lipídio. Sanchéz-Zapata et al. (2010) avaliaram a utilização de níveis crescentes (0%, 5%, 10% e 15%) de fibra da planta *Cyperus esculentus* na formulação de hambúrgueres de carne suína. Contrapondo, os hambúrgueres com fibras apresentaram menor porcentagem de umidade, maior teor de cinzas e grande variabilidade no teor de gordura e proteína do que a amostra sem fibras. Pinero et al (2008) avaliaram o efeito da adição de aveia (13,45%) em hambúrgueres com baixo teor de gordura (<10%) e observaram que aumentou o teor de umidade, mas não afetou o teor de proteína e cinzas.

3.2. Análise do perfil de textura

O efeito da adição das fibras nas propriedades texturais dos hambúrgueres estão demonstrados na Tabela 3. O HQ apresentou maior dureza, gomosidade e coesividade ($p<0,05$) ocasionado pela baixa retenção de umidade e maior retenção de gordura pelos hambúrgueres, conforme demonstrado na Tabela 4. A gomosidade está atribuída à retenção de gordura, o que confere uma textura pastosa e macia para o produto. A quitosana é um

exemplo de fibras de origem animal, derivada da quitina extraída dos exoesqueletos de crustáceos, possui propriedade de retenção de gordura e sua estrutura molecular é semelhante a celulose (BORDERÍAS et al., 2005). Fernández-Ginés, Fernández-López, Sayas-Barbera et al. (2004) relataram que, devido à sua capacidade de ligação à água e as propriedades de inchamento, as fibras solúveis pode influenciar a textura dos alimentos. A fibra insolúvel pode aumentar a consistência dos produtos à base de carne através da formação de uma rede tridimensional capaz de modificar as propriedades reológicas da fase contínua de emulsões (Backers, Noli, 1997).

Ao contrário do HQ, os hambúrgueres com farinha de linhaça, HLD e HLI, apresentaram resultados menores em todos os aspectos de textura avaliados. Sánchez-Zapata, Muñoz, Fuentes et al. (2010) avaliaram o efeito de fibra de *Cyperus esculentus* nas propriedades texturais de hambúrgueres de carne suína e encontraram que todos os parâmetros texturais foram influenciadas pela adição da fibra, exceto a dureza. Verificaram que a gomosidade e a coesão diminuiram quando adicionaram a fibra. Vários autores têm relatado que a adição de ingredientes não-carneos nos produtos cárneos diminui a coesão e a gomosidade destes produtos (Alesson-Carbonell, Fernández-López, Pérez-Alvarez et al., 2005). Resultados contraditórios têm sido relatados em parâmetros texturais, dependendo da quantidade e tipo de fibra adicionada nos produtos.

3.3 Propriedades tecnológicas

As propriedades tecnológicas dos hambúrgueres estão apresentados na Tabela 4. O HLI apresentou maior rendimento e retenção de umidade após o cozimento, diferindo significativamente das demais formulações ($p < 0,05$). O HLD foi o segundo tratamento com maior rendimento de cozimento e retenção de umidade, provavelmente devido à capacidade da farinha de linhaça para formar uma matriz tridimesional, mantendo a água e a gordura adicionada às formulações, evitando perdas de gordura e água durante o cozimento. A fibra solúvel presente na linhaça tem um excelente potencial hidrocolóide e uma boa capacidade de retenção de água em alimentos, devido à sua capacidade de inchar e aumentar a viscosidade em soluções aquosas (CHEN, XU, WANG, 2004).

Turhan, Sagir e Ustun (2005) utilizando película de avelã (1,0 e 2,0%) como fibra dietética na produção de hambúrgueres, verificaram menor perdas no rendimento quando comparadas com a formulação sem fibras. Resultados semelhantes foram obtidos por Anderson e Berry (2001) na utilização de fibra de ervilha (0, 10, 12, 14, 16%) na retenção de gordura e rendimento de carne moída com alto teor de gordura (40-50%) e Yilmaz (2003) quando adicionou farelo de centeio (5%, 10%, 15% e 20%)em almôndegas com baixo teor de gordura (10%).

O HQ foi a formulação que apresentou menor rendimento e retenção de umidade, foi o hamnbúrguer com menor percentual de umidade; no entanto, apresentou maior retenção de gordura e menor encolhimento, diferindo ($p < 0,05$) dos demais tratamentos. Esta retenção de gordura ocorreu devido a quitosana ser uma fibra de origem animal que possui propriedade de absorver gordura atuando como bom estabilizador em emulsão de óleo em água (SCHULZ et al., 1998). Além disso, possui capacidade de formação de gel, elevada capacidade de adsorção, biodegradabilidade e possui efeitos bacteriostáticos e fungicidas (SYNOWHECKI, AL-KHATEEB, 2003).

O HT foi o hambúrguer encolheu mais. A redução do diâmetro é o resultado da desnaturação das proteínas da carne, com a perda de água e de gordura (Besbes et al., 2008). As fibras são adequados para a preparação de produtos cárneos pela sua propriedade de retenção de água, o que diminui a perda durante o cozimento e geralmente possui sabor neutro. As fibras isoladas de várias plantas têm diversas propriedades funcionais: solubilidade, viscosidade, capacidade de formação de gel, de capacidade de ligação de água, capacidade de adsorção de óleo e minerais, o que altera as características do produto (TUNGLAND; MEYER , 2002).

Besbes et al. (2008) refere que as fibras de ervilha e trigo em hambúrgueres de carne bovina melhorou a capacidade de ligação de água, aumentando assim o rendimento de cozimento, diminuiu a retração e minimizou o custo de produção, sem a degradação das propriedades sensoriais.

As fibras podem ser introduzida em produtos à base de carne para melhorar a textura e a estabilidade (ELLEUCH et al., 2011), refletimento em maior rendimento na cocção, diâmetro e textura (MANSOUR; KHALIL, 1997).

3.4. Análise sensorial

Os resultados obtidos na análise sensorial são apresentados na Tabela 5. As médias hedónicas para todos os atributos avaliados variaram entre 5,6 e 7,5, indicando que os provadores classificaram os produtos em "indiferente" e "gostei regularmente" Escalas entre 6 (gostei ligeiramente) e 9 (gostei muitisíssimo), obtidos no teste de aceitação por atributos, sugerem que o produto seja aceito no mercado consumidor a partir do ponto de vista sensorial (ANZALDÚA-MORALEZ, 1994).

O HT apresentou os maiores valores de médias para cor, sabor, maciez e aparência geral. Os hambúrgueres com fibras e baixo teor de gordura apresentaram menor aceitação sensorial. O odor não teve diferença entre os hambúrgueres.

Reiterando este estudo, Bilek e Turhan (2009) encontraram escores sensoriais para os parâmetros, tais como a aparência, sabor, maciez, suculência e aceitação global, menores quando adicionaram farinha de linhaça em hambúrgueres. As maiores pontuações sensoriais foram registrados para os hambúrgueres controle. Observou-se que as pontuações sensoriais dos hambúrgueres diminuiu à medida que aumentou o teor de farinha de linhaça, e essa redução foi maior, com mais de 6% adição de farinha de linhaça dourada.

Turhan, Sagir e Ustun (2005) também encontraram escores de aceitabilidade de hambúrguer de carne bovina menores ao adicionarem de 1 a 2% de película de avelã.

Na intenção de compra, os provadores responderam para os hambúrgueres com adição de fibras "Tenho dúvidas se compraria". A menor aceitação dos hambúrgueres com fibras pode estar relacionada ao não ajuste da quantidade de água adicionada e ao baixo teor de umidade do produto, proporcionando um alimento seco, o que ocorreu pela inclusão de fibras que têm elevada capacidade de adsorção de água. Além disso, a pouca porcentagem de gordura contribuiu para tornar o hambúrguer com fibras menos aceito.

Constentando, Pinero et al. (2008) apresentaram para hambúrgueres com aveia mais sabor que o controle, o que atribuíram ao aumento da retenção de umidade do produto durante o cozimento

3.5. Cor

A cor consiste no primeiro parâmetro observado pelos consumidores no ato da compra de um produto cárneo. Os valores *a** (direção ao vermelho), *b** (direção ao amarelo) e *L** (luminosidade) são os componentes mais utilizados para analisar os alimentos (PAPADAKIS et al., 2000). Em relação à cor objetiva, conforme demonstra a tabela 6, o valor de *L** dos hambúrgueres diminuiu ao longo dos 90 dias. Entretanto, o *L** diminuiu gradativamente nos HT e HQ e nos HLI e HLD diminuiu até o tempo de 30 dias, porém, a partir dos 60 dias apresentou um leve aumento e nos 90 dias voltou a diminuir o *L**. O HT iniciou com um *L** mais elevado comparado com os demais hambúrgueres, todavia foi o HLD que ao final dos 90 dias apresentou o maior *L**. A redução do valor de *L** significa que o hambúrguer está mais opaco, pois no sistema CIELAB os valores de *L** representam a porcentagem de luminosidade, variando de preto (0%) a branco (100%) (RAMOS; GOMIDE, 2007). O HLI e HQ apresentaram menores índices de *L**; portanto, essas formulações ficaram mais opacas que as demais.

O índice vermelho (*a**), o índice amarelo (*b**) e a cromaticidade (*C**) em todas as formulações de hambúrgueres diminuíram no tempo de 30 dias, entretanto em 60 e 90 dias obteve-se um leve aumento nos índices avaliados. O HLI apresentou maior índice de *a** no tempo zero, todavia, no final dos 90 dias avaliados, o HLD foi o que apresentou maior intensidade da cor vermelha. Yilmaz (2003) analisando almôndegas com farelo de centeio obteve menor valor de *a** para as almôndegas com fibras quando comparadas ao controle.
Turhan, Sagir e Ustun (2005) apresentaram para valor de *a** uma diminuição em hambúrgueres com adição de película de avelã em relação ao controle. De acordo com Ramos e Gomide (2007) o índice de *a** é o parâmetro de cor mais sensível na caracterização da cor vermelha e na sua estabilidade. Existem autores que têm analisado a cor da carne e dos produtos cárneos e têm relatado que a oxidação da carne causa uma diminuição no valor a* (SHAN et al., 2009). O HLD foi a formulação que mais aumentou a tendência a cor amarela (*b**).

A tonalidade (*h**) apresentou comportamento semelhante ao *a**, *b** e *C** nos hambúrgueres, todavia, em 90 dias, diminuiu a tonalidade novamente. O HLD foi a formulação com maior valor de *h** no tempo zero e o HT e o HQ foram os que obtiveram

maior valor de *h** no final do tempo analisado. Os valores de *h**, que são funções dos valores de *a** e *b**, permitem estimar o real escurecimento da carne, e normalmente o processo de descoloração das carnes é acompanhado por aumento nos valores de *h** ao longo do tempo (LEE et al., 2005).

Observou-se que os valores de *h** apresentaram tendência de aumentar em todas as amostras durante o período de armazenamento, caracterizando descoloração das amostras, principalmente do HT e HQ. Georgantelis et al. (2007) analisaram o efeito da adição de quitosana, alecrim e α-tocoferol, na oxidação lipídica e estabilidade da cor de hambúrguer bovino congelados (-18 ºC) durante o período de 180 dias e como o verificado no presente experimento também observaram uma tendência de queda no que diz respeito a valores de *a** (indicativo de cor vermelha), no decorrer do período de armazenamento.

Observou-se também diminuição nos valores de C* e *b**, juntamente com uma tendência crescente nos valores de *h**, que são atribuídas à oxidação gradual da mioglobina e à acumulação de metamioglobina com o tempo. Sanchéz-Zapata et al. (2010) obtiveram um valor de *a** menor e um valor de *b** maior nos hambúrgueres adicionados de fibras alimentares (*Cyperus esculentus*) que o hambúrguer controle. Youn et al. (1999) ao adicionarem quitosana em salsichas produzidas com carne bovina em quantidade superior a 0,2 %, encontraram um aumento do tempo de armazenagem. A cor vermelha também foi intensificada com a adição de quitosana. Com os resultados deste estudo e trabalhos realizados por outros autores, verificou-se que as diferenças nos resultados de *L*, a*, b*, C* e h** pode ter ocorrido devido aos componentes das farinhas de linhaça dourada e quitosana, tendenciando os hambúrgueres a uma coloração diferente ao longo dos 90 dias avaliados.

3.6. Análise do pH e TBARS

Como se pode observar na figura 1, o HQ apresentou um pH maior que os demais hambúrgueres desde o tempo zero e permaneceu elevado ao longo do armazenamento, variando de 6,6 a 6,65. A quitosana é uma fibra de origem animal derivada da quitina que se caracteriza por possuir grupos amínicos livres, solubilidade em soluções ácidas, insolubilidade em pH superior a 6,5, insolubilidade em H_2SO_4 e, em solventes orgânicos e grupos amínicos protonados ($-NH_3+$), capacidade de formar soluções viscosas com

formação de geleificação com poliânions e de solubilizar-se em misturas de água e álcool (referencia)

Um importante indicador da vida-de-prateleira é o valor de pH, em que valores entre 5,80 e 6,20 são garantia de sanidade para o consumo de carnes e derivados (TERRA, 2005). Com exceção do HQ, o pH ao longo dos dias apresentou variações, porém manteve-se abaixo de pH 6,0. Os hambúrgueres adicionados de fibras obtiveram um pH maior que o controle. O pH mais elevado dos hambúrgueres com fibras alimentares pode ser explicado pelo fato que as fibras possuem suas particulares e características podendo ter influenciado no pH dos produtos formulados. Em estudo realizado por Turhan, Temiz e Sagir (2007), o pH do hambúrguer controle foi de 5,63 e conforme aumentava a porcentagem de fibra adicionada (okara) nos hambúrgueres aumentava o pH variando de 5,66 a 5,86. Outro trabalho que adicionou película de avelã em hambúrgueres o pH variou entre 5,63 a 5,85 (TURHAN; SAGIR; USTUN, 2005). Sánchez-Zapata et al. (2010) adicionaram fibras (*Cyperus esculentus*) em hambúrgueres e o pH no tempo zero foi de 6,16 a 6,40.

Em relação ao TBARS, conforme Figura 2, os resultados foram afetados significativamente ao longo do armazenamento. O HLI iniciou com maior média e permaneceu ao longo dos 90 dias avaliados. Com exceção do HLI, os demais hambúrgueres apresentaram valores de TBARS abaixo de 1,4 mg malonaldeído.Kg^{-1}. Segundo Trindade et al. (2008) odores de ranço podem ser detectados por provadores treinados e não treinados na faixa de 0,5-1,0 e 0,6-2,0 mg malonaldeído.Kg^{-1} amostra, respectivamente.

A oxidação é a deterioração dos lipídios e constitui-se em um dos problemas técnicos mais importantes na indústria de alimentos. O processo de rancificação dependem da forma de preparo e consumo dos alimentos. A moagem do grão de linhaça para obtenção da farinha expõe seus componentes ao calor, luz e ao oxigênio, o que não acontece com a semente inteira protegida pela casca. A concentração elevada de ácidos graxos poliinsaturados faz com que as sementes quando quebradas sejam mais suscetíveis à oxidação, o que gera radicais livres, aldeídos e cetonas. Os ácidos graxos oxidados podem provocar uma sequência de danos, como diminuição da digestibilidade dos alimentos, necrose tubular, modificação do LDL, alteração do sistema imunológico, comprometimento do metabolismo dos ácidos araquidônico e ácido alfa-linolênico (ALA) e mutação do ácido desoxirribonucléico (DNA). Essas alterações associam-se a quadros patológicos como

aterosclerose, trombose das coronárias, alterações cerebrovasculares e vasculares periféricas (MANCINI FILHO, 2006).

O HLD não apresentou altos índices de TBARS como o HLI, pois a farinha de linhaça desengordurada possui uma porcentagem menor de gordura total e consequentemente menos ácidos graxos poliinsaturados. O HQ apresentou um comportamento semelhante à formulação controle. A oxidação é um processo autocatalítico e desenvolve-se em aceleração crescente, uma vez iniciada (ARAÚJO, 2008).

3. 7. Análise microbiológica

Conforme tabela 7, pode-se observar que em todos os hambúrgueres avaliados, os resultados para *Staphylococcus* coagulase positiva, *Clostridium* sulfito redutor e coliformes a 45 ºC, apresentaram resultados inferiores a 1 Log UFC.g^{-1}. A *Salmonella* spp apresentou ausência em 25 gramas de amostra. Verificou-se que os hambúrgueres de carne bovina foram considerados dentro dos limites permitidos pela legislação (BRASIL, 2001), demonstrando que o processamento dos produtos foi realizado em condições adequadas de higiene, respeitando as boas práticas de fabricação de alimentos. Os resultados mostraram que não houve diferença de crescimento microbiano entre as amostras com adição de fibras alimentares e o hambúrguer tradicional. Byun et al. (2001) pesquisaram as propriedades qualitativas das salsichas de suínos preparadas com quitosana e os resultados mostraram que não houve diferença de crescimento microbiano entre as amostras com a adição de quitosana e o controle.

4. Conclusões

Os hambúrgueres com fibras e com baixo teor de gordura apresentaram características físico-químicas e microbiológicas dentro dos padrões adequados pela legislação brasileira, portanto poderiam ser produzidos pela indústria de carnes. A oxidação dos hambúrgueres aumentou gradativamente, principalmente depois de 30 dias. Os hambúrgueres com farinha de linhaça e quitosana apresentaram menor aceitação sensorial. Para uma melhor aceitação, poderia ser ajustada a quantidade de água adicionada ao

produto. Além disso, o marketing nutricional que é um produto fonte de fibras alimentares e com baixo teor de gordura atrairia mais consumidores.

Agradecimentos

Os autores agradecem as empresas Cisbra®, localizada em Panambi no Rio Grande do Sul, a Selachi® Ind. Com. Imp. Exp. Ltda, de Fortaleza no Ceará e a Bremil® Indústria de Produtos Alimentícios, do município de Lajeado no Rio Grande do Sul, Brasil.

Referências bibliográficas

ALESON-CARBONELL, L., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J., PÉREZ-ALVAREZ, J.A., & KURI, V. Functional and sensory effects of fibre-rich ingredients on breakfast fresh sausages manufacture. **Food Science and Technology International**, v.11, I.12, p.89-97, 2005.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Committee on microbiological metods for foods. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4 ed. Washington: APHA, 2001. 676p.

ANDERSON, E. T.; BERRY, B.W. Effects of inner pea fiber on fat retention and cooking yield in high fat ground beef. **Food Research International,** v. 34, I. 8, p.689–694, 2001.

ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Acribia, 1994. 198p.

AOAC. **Official Methods of Analysis.** 15th ed., Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. 1995.

ARAUJO, M. A. J. *Química dos Alimentos*: Teoria e Prática. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 596 p.

BACKERS, T., & NOLI, B. (1997). Dietary fibres meat processing. **International Food Market Technology**, p. 4–8.

BESBES, S.; ATTIA, H.; DEROANNE, C.; MAKNI, S.; BLECKER, C. Partial replacement of meat by pea fiber: Effect on the chemical composition, cooking characteristics and sensory properties of beef burgers. **Journal of Food Quality**, v. 31, p. 480-489, 2008.

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

BLIGH, E. G., DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of biochemistry and physiology**, v.37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BORDERÍAS, A. J.; SÁNCHEZ- ALONSO, I.; PÉREZ- MATEOS, M. New applications of fibres in foods: addition to fishery products. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.16, p. 458-465, 2005.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v. 32, p. 62–66, 1978.

CHEN, H. H.; XU, S.Y.; WANG, Z. Separation and purification of acidic polysaccharides and neutral polysaccharides in flaxseed gum. **Journal of Food and Fermentation Industry**, v.30, n.1, p. 96–100, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Instrução Normativa nº 20/2000*. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Hambúrguer. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 20 Abr 2010.

_____. Resolução nº. 19, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico para Procedimento de Registro de Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em Sua Rotulagem. *Diário Oficial da União*; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999b.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*, 2001.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Instrução Normativa nº 62, de 26/08/2003. *Diário Oficial da União*, Brasília, 18 set. 2003.

BUEGE, J. A.; AUST, S. D. Microssomal lipid peroxidation**.** *Methods in Enzymology*, v.52, p. 302–310, 1978.

BYUN, M. W. et al. Quality properties of pork sausage prepared with water-soluble chitosan oligomer. *Meat Science*, v. 59, n. 4, p. 369-375, 2001.

ELLEUCH, M.; BEDIGIAN, D.; ROISEUX, O.; BESBES, S.; BLECKER, C. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, v.124, p.411-421, 2011.

FERNÁNDEZ-GINÉS, J.M., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.M., SAYAS- BARBERÁ, M.E., SENDRA, E., & PÉREZ-ALVAREZ, J.A. Lemon albedo as a new source of dietary fiber:application to Bologna sausages. **Meat Science**, v.67, p. 7–13, 2004.

GEORGANTELIS, D.; BLEKAS, G.; KATIKOU, P.; AMBROSIADIS, I.; FLETOURIS, D. J. Effect of rosemary extract, chitosan and a-tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Science*, Barking, v. 75, n. 2, p. 256-264, 2007.

HAUTRIVE, T. P. ; OLIVEIRA, V. R.; SILVA, A. R. D.; TERRA, N. N. ; CAMPAGNOL, P. C. Análise físico-química e sensorial de hambúrguer elaborado com carne de avestruz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, supl, p. 95-101, 2008.

LEE, S.; DECKER, E.A.; FAUSTMAN, C.; MANCINI, R. A. The effects of antioxidant combinations on color and lipid oxidation in *n*-3 oil fortified ground beef patties. *Meat Science*, Barking, v .70, n. 4, p. 683-689, 2005.

MANCINI-FILHO, J. Alimentos funcionais nas doenças cardiovasculares.In: COSTA, N.M.B.; ROSA, C.O.B. *Alimentos funcionais*. p.97-114, 2006.

MANSOUR, E. H.; KHALIL, A. H. Characteristics of low-fat beef burger as influenced by various types of wheat fibers. **Food Research International**, v. 30, p. 199-205, 1997.

MENESES, S. M. O., MOLINA, D. A. R., & VARGAS, J. H. L. Caracterización Microbiológica y Bromatológica de Hamburguesas Bajas en Grasa con Adición de Fibra de Banano Verde Integro. **Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín**, v. 64, n.1, p. 5993-6005, 2011.

PAPADAKIS, S. E.; ABDUL-MALEK, S.; KAMDEM, R. E.; YAM, K. L. A versatile anda inexpresive technique for meansuring coloro of foods. *Food Technology*, v.54, n.12, p.48-54, 2000.

PASTORIZA, L.; SAMPEDRO, G. Influence of ice storage on Ray (*Raja clavate*) wing muscle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 64, n. 1, p. 09-18, 1994.

PIÑERO, M.P.; PARRA, K.; HUERTA-LEIDENZ, N.; ARENAS DE MORENO, L.; FERRER, M.; ARAUJO, S.; BARBOZA, Y. Effect of oat's soluble fibre (b-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. **Meat science**, p. 80-675, 2008.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. *Avaliação da qualidade de carnes:* fundamentos e metodologia. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.

SÁNCHEZ-ZAPATA, E., MUÑOZ, C. M., FUENTES, E., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J., SENDRA, E., SAYAS, E., NAVARRO, C., PÉREZ-ALVAREZ, J.A. Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. **Meat Science**, v. 85, p. 70-76, 2010.

Sas institute. **SAS software**: chances and enhancements through release 6.12. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1997.

SHAN, B.; CAI, Y. Z.; BROOKS, J. D.; CORKE, H. Antibacterial and antioxidant effects of five spice and herb extracts as natural preservatives of raw pork. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v. 89, n. 11, p. 1879-1885, 2009.

SCHULZ, P. C., RODRIGUEZ, M. S., DEL BLANCO, L. F., PISTONESI, M.; AGULL, E. Emulsification properties of chitosan. **Colloid and Polymer Science**, v. 276, 1159–1165, 1998.

SYNOWIECKI, J.; AL-KHATEEB, N.A. Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives. **Crit Rev Food Sci Nutr,** v. 43, n. 2, p. 145-71, 2003.

TERRA, N. N. *Apontamentos de tecnologia de carnes*. São Leopoldo: Unisinos, 2005. 216 p.

TRINDADE, M. A.; NUNES, T. P.; CONTRERAS-CASTILLO. FELÍCIO, P. E. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidante durante o período de armazenamento a -18°C. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 1, p. 160-168, 2008.

TURHAN, S.; SAGIR, I.; USTUN, N.S. Utilization of hazelnut pellicle in low-fat beef burgers. *Meat Science, v. 71*, p. 312–316, 2005.

TURHAN, S.;TEMIZ, H.; SAGIR, I. Utilization of wet okara in low-fat beef patties. *Journal of Muscle Foods*, v. 18, p. 226–235, 2007.

TUNGLAND, B. C., MEYER, D. Non digestible oligo-and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.1, p. 73–92, 2002.

YILMAZ, I. Effects of rye bran addition on fatty acid composition and quality characteristics of low-fat meatballs. *Meat Science*, v. *67*, p. 245–249, 2003.

YOUN, S. K.; PARK, S.M.; KIM, Y.J.; AHN, D.H. Effect on storage property and quality in meat sausage by added chitosan. 1999. Disponível em: http://www.chitosan.or.kr/intro1/99-4-4-3.html. Acesso em: 18 ago. 2012.

Tabela 1. Ingredientes utilizados para formulação dos hambúrgueres.

Ingredientes	Formulação (%)			
	HT	HLI	HLD	HQ
Carne bovina	81,55	81,55	81,55	81,55
Gordura	10,0	2,5	2,5	6,0
Proteína Texturizada de soja	2,0	2,0	2,0	2,0
Condimento para hambúrguer	0,55	0,55	0,55	0,55
Fixador de cor	0,25	0,25	0,25	0,25
Sal	1,65	1,65	1,65	1,65
Água	4,0	4,0	4,0	4,0
Farinha de linhaça dourada integral		7,5		
Farinha de linhaça dourada desengordurada			7,5	
Quitosana				4,0

Hambúrguer elaborado com formulação tradicional (HT), hambúrguer com quitosana (HQ), hambúrguer com farinha de linhaça dourada integral (HLI) e hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD).

Tabela 2. Composição química (g/100 g de hambúrguer em base seca) de hambúrgueres crus e cozidos adicionados de fibras alimentares, hambúrguer tradicional (HT), hambúrguer com quitosana (HQ), hambúrguer com farinha de linhaça integral (HLI) e hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD).

Variável (%)	Hambúrgueres crus			
	HT	HQ	HLI	HLD
Umidade	68.05±0.07[a]	68.42±2.36[a]	66.5±0.26[a]	66.48±0.42[a]
Cinzas	2.61±0.06[b]	2.45±0.16[b]	3.02±0.24[a]	3.02±0.02[a]
Proteina	17.89±0.32[b]	19.65±1.41[a]	19.22±0.77[a]	20.55±0.14[a]
Lipidio	8.51±0.05[a]	5.27±0.85[c]	7.34±0.87[b]	6.16±0.13[c]
Variável (%)	Hambúrgueres cozidos			
	HT	HQ	HLI	HLD
Umidade	58.19±0.40[ab]	54.81±4.89[b]	60.48±0.55[a]	59.65±0.37[a]
Cinzas	3.42±0.02[a]	3.24±0.39[a]	3.23±0.09[a]	3.40±0.13[a]
Proteina	27.94±0.69[a]	28.9±2.09[a]	24.73±1.23[b]	26.57±0.12[ab]
Lipidio	9.43±1.26[a]	8.82±0.54[ab]	7.57±0.87[ab]	6.98±1.73[b]
Fibra Total*	0.00	3.09	3.06	3.37
Fibra solúvel*	0.00	0.98	0.32	0.62
Fibra insolúvel*	0.00	2.11	2.97	2.75
Conteúdo calórico (Kcal)	201.48[ab]	211.18[a]	183[b]	182.67[b]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3).
Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.
* Calculado conforme o conteúdo de farinha de linhaça dourada desengordurada e integral e quitosana adicionada nas formulações de hambúrguer bovino.

Tabela 3. Efeito das fibras alimentares sobre o perfil de textura de hambúrguer tradicional (HT), hambúrguer com quitosana (HQ), hambúrguer com farinha de linhaça integral (HLI) e hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD).

Parâmetros	Hambúrgueres			
	HT	HQ	HLI	HLD
Dureza (N)	99.41±26.97[b]	165.64±14.65[a]	53.11±9.82[c]	97.80±14.63[b]
Elasticidade (cm)	0.85±0.00[a]	0.86±0.02[a]	0.68±0.03[b]	0.72±0.04[b]
Mastigabilidade (N/cm)	0.80±0.01[a]	0.78±0.00[a]	0.66±0.02[b]	0.57±0.02[c]
Gomosidade	79.34±22.11[b]	129.17±10.82[a]	30.27±5.52[c]	64.74±9.36[b]
Coesividade	67.82±18.71[b]	111.65±10.54[a]	20.69±4.46[c]	47.12±8.30[b]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3).
Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 4. Efeito das fibras alimentares sobre as características tecnológicas de hambúrguer tradicional (HT), hambúrguer com quitosana (HQ), hambúrguer com farinha de linhaça integral (HLI) e hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD).

Variável (%)	Hambúrgueres			
	HT	HQ	HLI	HLD
Rendimento	70.99±1.78[c]	68.44±1.25[d]	84.65±0.54[a]	80.67±1.02[b]
Retenção de umidade	60.71±1.52[c]	54.83±1.0[d]	76.99±0.49[a]	72.38±0.91[b]
Retenção de gordura	78.67±1.97[d]	114.55±2.10[a]	87.30±0.56[c]	91.41±1.15[b]
Redução do diâmetro	9.67±0.58[a]	4.0±1.73[c]	6.33±3.51[ab]	6.0±1.73[ab]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3).

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 5. Análise sensorial e intenção de compra de hambúrguer tradicional (HT), hambúrguer com quitosana (HQ), hambúrguer com farinha de linhaça integral (HLI) e hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD).

Atributos	Hambúrgueres			
	HT	HQ	HLI	HLD
Cor	7.1[a]	6.3[b]	6.6[ab]	6.5[ab]
Odor	6.9[a]	6.3[a]	6,.4[a]	6.2[a]
Flavor	7.5[a]	5.9[b]	6.1[b]	5.8[b]
Maciez	7.2[a]	5.6[b]	6.3[b]	6.3[b]
Aparência	6.9[a]	5.9[b]	6.7[ab]	6.3[ab]
Intenção de compra	4.0[a]	3.2[b]	3.0[b]	3.0[b]

Valores expressos em média (n = 60).

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 6. Cor objetiva dos hambúrgueres crus elaborados com formulação tradicional (HT), hambúrguer com quitosana (HQ), hambúrguer com farinha de linhaça dourada integral (HLI) e hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD) no tempo 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento congelado.

DIA	TRATAMENTO	*L**	*a**	*b**	*C**	*h**
0	HT	46,58±1,15^{a}	26,01±1,22^{b}	11,19±0,56^{b}	28,31±1,28^{b}	23,20±0,75^{b}
	HQ	45,28±1,57^{b}	26,6±1,25^{b}	10,97±1,09^{b}	28,77±1,59^{b}	22,36±1,04^{b}
	HLI	45,08±0,74^{b}	28,21±0,64^{a}	11,94±0,43^{a}	30,63±0,73^{a}	22,88±0,54^{b}
	HLD	43,46±1,16^{c}	22,24±1,28^{c}	10,54±0,66^{c}	24,60±1,41^{c}	25,28±0,63^{a}
30	HT	43,01±2,51^{a}	10,21±0,94^{b}	9,04±1,02^{ab}	13,64±1,32^{b}	41,34±1,71^{a}
	HQ	42,55±2,15^{a}	10,14±0,86^{b}	8,70±0,89^{b}	13,37±1,15^{b}	40,48±1,41^{a}
	HLI	40,29±1,39^{a}	10,77±0,59^{b}	8,97±0,55^{ab}	14,02±0,64^{b}	39,76±1,45^{a}
	HLD	42,44±3,10^{a}	16,53±0,96^{a}	10,49±0,87^{a}	19,57±1,09^{a}	32,32±2,11^{b}
60	HT	41,50±1,42^{c}	12,51±0,58^{c}	9,80±0,31^{c}	15,88±0,33^{c}	38,02±2,01^{b}
	HQ	39,66±0,96^{d}	13,55±0,38^{b}	9,47±0,24^{d}	16,53±0,44^{b}	34,92±0,20^{c}
	HLI	42,92±1,39^{b}	12,28±0,87^{c}	10,16±0,76^{b}	15,93±1,06^{c}	39,56±1,29^{a}
	HLD	43,46±0,72^{a}	16,61±0,36^{a}	11,42±0,42^{a}	20,15±0,32^{a}	34,52±1,22^{d}
90	HT	39,81±0,32^{b}	14,72±0,22^{b}	11,87±0,25^{b}	18,91±0,30^{b}	38,84±0,44^{a}
	HQ	39,31±1,27^{c}	14,37±1,00^{c}	11,52±1,25^{c}	18,41±1,39^{c}	38,66±2,03^{a}
	HLI	39,21±0,64^{c}	14,39±0,53^{c}	11,28±0,59^{d}	18,27±0,71^{c}	38,02±0,86^{b}
	HLD	43,01±1,05^{a}	18,04±0,83^{a}	13,73±1,28^{a}	22,67±1,26^{a}	37,22±2,44^{c}

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3).
Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.
*L** - Luminosidade, *a** - índice vermelho, *b** - índice amarelo, *C** - cromaticidade, *h** - tonalidade.

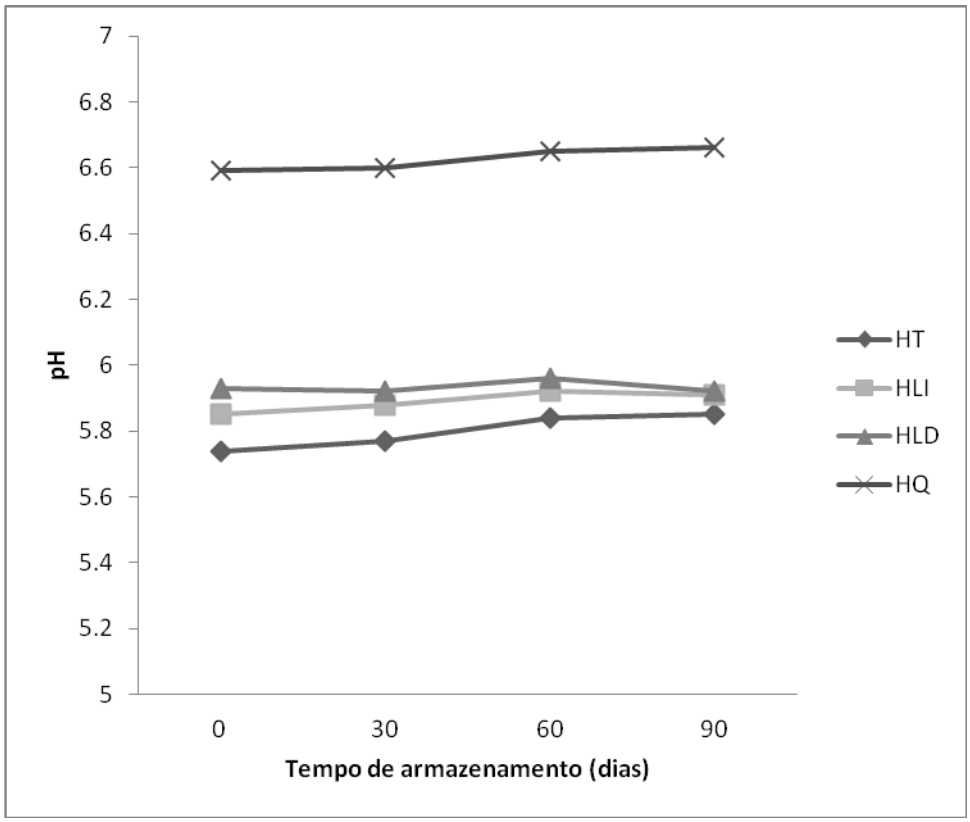

Figura 1. Valores médios de pH de hambúrgueres crus elaborados com formulação tradicional (HT), hambúrguer com farinha de linhaça dourada integral (HLI), hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD) e hambúrguer com quitosana (HQ) no tempo 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento congelado.

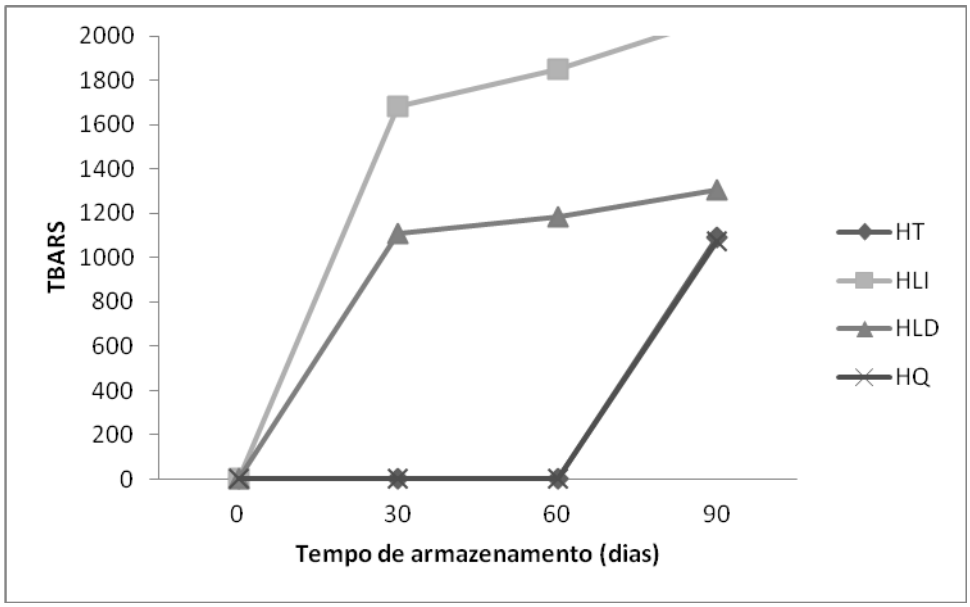

Figura 2. Valores médios de TBARS de hambúrgueres crus elaborados com formulação tradicional (HT), hambúrguer com farinha de linhaça dourada integral (HLI), hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD) e hambúrguer com quitosana (HQ) no tempo 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento congelado.

Tabela 7. Análises microbiológicas dos hambúrgueres elaborados com formulação tradicional (HT), hambúrguer com quitosana (HQ), hambúrguer com farinha de linhaça dourada integral (HLI) e hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD).

Análises microbiológicas (Log_{10} UFC.g^{-1})	HT	HQ	HLI	HLD
Coliformes totais (35ºC)	3,40±0,11	3,40±0,11	3,46±0,08	3,26±0,05
Coliformes fecais (45ºC)	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Staphylococcus coagulase positiva	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Staphylococcus coagulase negativa	4,92±0,02	4,92±0,02	4,66±0,10	4,62±0,06
Aeróbios mesófilos	5,95±0,03	5,91±0,04	5,89±0,06	5,82±0,10
Bactérias psicotróficas	6,29±0,11	6,41±0,03	5,84±0,04	5,73±0,07
Salmonella (25g)	ausência	ausência	ausência	ausência
C. sulfitos redutores	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3).

MANUSCRITO 2

Avaliação in vivo da qualidade protéica de hambúrguer com fibras alimentares

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade proteica de hambúrgueres elaborados com quitosana e farinha de linhaça dourada desengordurada através da resposta biológica em ratos. Foram utilizados ratos machos *Wistar* alimentados por um período de 28 dias com as seguintes dietas experimentais: dieta aprotéica, dieta com caseína e dietas-testes, onde a caseína foi substituída por farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD). O ganho de peso, consumo alimentar, proteína ingerida, coeficiente de qualidade proteica (PER), razão protéica líquida (NPR), digestibilidade verdadeira (DV) dos animais alimentados com diferentes tipos de farinhas de hambúrguer apresentaram diferenças significativas entre eles. O ganho de peso foi maior no grupo HT. O PER variou de 2.33 (caseína) a 1.94 (HQ) e o NPR de 2.65 (caseína) a 2.22 (HQ). A DV para as farinhas de hambúrguer foram menores que 90%. Verificou-se que os hambúrgueres com fibras oferecidos aos animais em forma de farinhas apresentaram menor eficiência protéica que a caseína, entretanto possuem uma boa qualidade protéica, o que permite a inclusão destes alimentos em dietas de indivíduos sadios.

Palavras-chave: Qualidade dos alimentos. Digestibilidade. Nutrição. Proteína. Ratos.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the protein quality of burgers made with chitosan and deffated golden flour flaxseed by biological response in rats. Male Wistar rats were used for feeding period of 28 days with the following diets: protein diet, diet and diets with casein-tests where casein was replaced by flour traditional burger (HT), flour burger with chitosan (HQ) and flour burger with deffated golden flour flaxseed (HLD). Weight gain, feed intake, protein intake, protein quality ratio (PER), net protein ratio (NPR), true digestibility (DV) of the animals fed different types of burger meal significant differences between them. Weight gain was higher in the HT group. The PER ranged from 2:33 (casein) to 1.94 (HQ) and the NPR 2.65 (casein) to 2.22 (HQ). The DV for burger meal was lower than 90%. It was found that the burgers with fibers offered to animals in the form of flour had lower protein efficiency ratio than casein, however have a good quality protein, allowing the inclusion of these foods in diets of healthy individuals.

Keywords: Food quality. Digestibility. Nutrition. Protein. Mice.

INTRODUÇÃO

As proteínas são compostos orgânicos complexos, essenciais aos organismos animal e humano. Exercem importantes papéis no metabolismo, como carreadores de íons e moléculas, hormônios, células de defesa, fonte energética e estrutural. Além disso, fornecem ao organismo quantidades adequadas de aminoácidos para a síntese e manutenção dos tecidos corporais e de realizar demandas metabólicas específicas[1,2].

Avaliar a qualidade protéica é um aspecto importante. A proteína para resultar em efeito benéfico para o organismo, depende da fonte alimentar, da sua composição, digestibilidade, biodisponibilidade de aminoácidos indispensáveis, efeitos do processamento, presença ou ausência de toxicidade e de fatores antinutricionais[3.]

A digestibilidade é um parâmetro nutricional que avalia o uso de uma fonte de proteína, e pode ser influenciado por vários fatores, como compostos fenólicos, inibidores da proteína, tratamento térmico utilizado para cocção do alimento[4]. Portanto, a digestibilidade desse nutriente torna-se uma condição de qualidade da proteína, uma vez que determinado aminoácido pode estar presente numa proteína, mas não necessariamente disponível para utilização do organismo, devido a necessidade de serem digeridas[5]. Poucos estudos avaliam a qualidade protéica de produtos cárneos. Em se tratando da qualidade nutricional, muitos trabalhos destacam a importância protéica das carnes, porém, é escasso o número de estudos que avaliam a qualidade protéica de produtos elaborados com carne, e os efeitos produzidos quanto a capacidade de gerar crescimento e de atuar como fator nutricional.

Vários pesquisadores na área de ciência e tecnologia de carnes e seus derivados elaboram produtos com adição de fibras alimentares, extratos de plantas, óleos vegetais e diversas especiarias com o intuito de fornecer um alimento com propriedades funcionais e agregam valor de saúde ao produto desenvolvido. No entanto, pouco se conhece quanto a qualidade protéica desses produtos cárneos, que necessitam de modelos experimentais com animais em fase de crescimento, pela proximidade ao de humanos devido a eficiência semelhante na digestão e absorção de proteínas no metabolismo[6].

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade protéica *in vivo* de hambúrgueres elaborados com quitosana e farinha de linhaça dourada transformados

em farinha e incorporados como fonte protéica na dieta de ratos machos jovens da linhagem wistar.

MÉTODO

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Bem Estar Animal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) sob protocolo de nº 125/2011 desenvolvido nos laboratórios do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil.

A formulação básica dos hambúrgueres foi constituída de carne bovina (81,55%), gordura (10%), sal (1,65%), água (4,0%), proteína texturizada de soja (2,0%), condimento para hambúrguer (0,55%) e fixador de cor (0,25%), sendo esta a composição para o hambúrguer tradicional, sem fibras alimentares (HT). Nos hambúrgueres com adição de fontes de fibras alimentares a gordura foi substituída por 7,5% de farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD) e por 6% de quitosana (HQ).

A adição de diferentes proporções de fibras nas formulações ocorreu devido à distinta porcentagem de fibra alimentar da quitosana e da farinha de linhaça dourada desengordurada. Cada formulação foi calculada de modo que apresentassem 3g de fibra alimentar em 100g do produto pronto, com a finalidade de fornecer um produto que possa ter a seguinte alegação de propriedade funcional: “As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”[7].

Para a elaboração dos hambúrgueres a carne foi cortada em cubos e moída em moedor de carne elétrico (marca Jamar PJ22, Jamar Ltda, São Paulo, Brasil) com disco de 10 mm e a gordura foi moída em discos de 5 mm. Foram adicionados na carne e na gordura, primeiramente, o sal e a água, para extração das proteínas miofibrilares. Posteriormente, adicionou-se a pimenta, alho, cebola, proteína de soja, antioxidante e as fibras alimentares (farinha de linhaça e/ou quitosana em pó).

A mistura cárnea foi homogeneizada em misturadeira (marca Jamar®, modelo MJ 35, Tupã, São Paulo, Brasil) até obtenção da liga e embalada em tripa artificial de calibre 115mm. Permaneceu em câmara de congelamento a temperatura de -18ºC por 12 horas e

após foi realizado fatiamento em fatiador de frios da marca Palladium (Balneário Camboriu, Santa Catarina, Brasil) obtendo-se hambúrgueres com peso líquido médio de 55g e 10 cm de diâmetro cada. Os hambúrgueres foram embalados individualmente, acondicionados e armazenados em freezer (-18°C).

Os hambúrgueres foram grelhados em chapa aquecida, com tempo de cozimento médio de 9 minutos e temperatura interna de 73ºC. Em seguida, foram submetidos à secagem em estufa de ar circulante, à temperatura de 55±5ºC, durante 48 horas. Posteriormente, foram triturados para obtenção de uma farinha e então acondicionadas individualmente em sacos plásticos, rotulados e mantidas em freezer (-18 ºC) até a análise da composição química e preparação das dietas experimentais.

Os teores de proteínas, lipídios, cinzas e umidade foram determinados em triplicata nas farinhas de hambúrguer. O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl. No cálculo de conversão de nitrogênio em proteínas, foi utilizado o fator 6,25[8]. O percentual de lipídios foi determinado pelo método Bligh & Dyer[9]. O teor de umidade foi quantificado pelo método de secagem em estufa com circulação de ar a 105°C[8]. A determinação de cinzas das amostras foi realizada através da incineração em mufla à temperatura de 550 °C[8].

O teor de carboidratos foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de água, proteína, lipídeos totais e cinzas. Os valores de carboidratos incluem a fibra alimentar total. Os resultados foram utilizados para o cálculo das quantidades de farinhas de hambúrguer adicionadas na formulação das dietas experimentais.

O valor energético das dietas experimentais ofertada aos animais foi calculado a partir dos teores de proteínas, lipídios e carboidratos dos ingredientes incorporados nas dietas, considerando, 4Kcal/g para proteínas e carboidratos e 9Kcal/g para lipídios.

As dietas experimentais foram elaboradas segundo dieta-padrão da AIN 93G[10]. Foram preparadas as seguintes dietas: dieta aprotéica, dieta com caseína e dietas-testes, onde a caseína foi substituída, como fonte de proteína, por farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD). Todas as dietas, exceto a aprotéica, foram ajustadas de modo a apresentarem os mesmos teores de proteínas, lipídios e energia-demonstrados na Tabela 1. Todos os ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais eram do mesmo lote, pesados, misturados manualmente e peneirados por 3 vezes, para perfeita

homogeneização e uniformidade dos ingredientes. As dietas foram identificadas e armazenadas no freezer a uma temperatura de -18 ºC até o momento da oferta para o consumo, pelos animais em forma de pó. As rações eram elaboradas semanalmente para minimizar a oxidação lipídica.

Foram utilizados 35 ratos machos, da linhagem *Wistar*, recém desmamados, com média de 24 dias de idade, peso médio de 45g, provenientes do Biotério da Universidade Federal de Santa Maria. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos, n=7 por grupo. Foram alocados em gaiolas metabólicas individuais, ambiente de temperatura controlada a 22±1°C e ciclo de 12 horas claro/escuro. Permaneceram por 05 dias em adaptação, quando então iniciou a intervenção do ensaio biológico no 6º dia por um período total de 28 dias, com acesso a água e suas respectivas dietas experimentais *ad libitum*. Os animais eram pesados a cada 5 dias, e o consumo de ração verificado diariamente.

O coeficiente de eficiência alimentar foi calculado dividindo o ganho de peso total dos animais (g) pelo consumo total de dieta (g).

As fezes foram coletadas durante 05 dias e armazenadas em recipientes individuais para cada animal e mantidas sob refrigeração para posterior análise.

A qualidade protéica das dietas foi avaliada por meio da determinação do coeficiente de eficácia protéica (PER), razão proteica líquida (NPR) e digestibilidade verdadeira (DV). O PER foi determinado pela expressão que relaciona o ganho de peso (g) do grupo teste em relação à proteína ingerida por este[11].

A proteína consumida foi calculada de acordo com o consumo alimentar dos animais e equivalência de proteína adicionada na dieta. O coeficiente de eficácia proteica relativo (PERR) foi determinado considerando como 100% o resultado de PER da dieta padrão (caseína).

A NPR foi determinada pelo ganho de peso do grupo-teste mais a perda de peso do grupo de dieta aproteica, em relação ao consumo de proteína do grupo-teste[12].

A razão proteica líquida relativa (NPRR) foi determinada considerando como 100% o resultado de NPR da dieta padrão (caseína).

A digestibilidade verdadeira foi determinada a partir da coleta das fezes dos animais em recipiente individual para cada animal, as quais foram mantidas sob refrigeração até o final do ensaio, e então secas em estufa a 105°C, por 24h, resfriadas no dessecador, pesadas

e trituradas. A umidade e o teor de nitrogênio (microKjeldahl) foi quantificado de acordo com método da AOAC (1995). A digestibilidade verdadeira foi calculada medindo-se a quantidade de nitrogênio ingerido na dieta, a quantidade excretada nas fezes e a perda metabólica nas fezes, estimada pela quantidade de nitrogênio excretada pelos ratos alimentados com a dieta aprotéica[11].

Ao final do experimento, após os animais permanecerem em jejum de 12 horas, foram anestesiados com xilazina e quetamina na concentração, respectiva, de 200mg/150mg por kg de peso corporal. A coleta de sangue para análises, foi por punção cardíaca, centrifugado para obtenção do soro, e conservado sob refrigeração (4ºC) até as análises bioquímicas de Albumina e Proteínas Totais. As análises foram por kits enzimáticos colorimétricos Labtest® e a leitura realizada em espectrofotômetro.

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de Análise de variância (Anova), a fim de verificar diferença entre os grupos experimentais. Para comparação entre as médias, foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAS[14].

RESULTADOS

A composição química das farinhas de hambúrguer adicionadas nas dietas experimentais está expressa na Tabela 2. No que se refere ao teor de cinzas, não apresentou diferença ($p>0.05$) entre os tratamentos. A porcentagem de proteína foi maior que 63%, sendo que o HT e o HLD apresentaram porcentagem superior em relação a HQ ($p<0.05$). A quantidade de lipídios foi maior no HT e diferiu significativamente ($p<0.05$) dos demais (HQ e HLD. O carboidrato no HT (4,03) foi inferior em 203% comparado ao HQ (12,21) e de 109% menor ao HLD (8,43).

Em relação ao ganho de peso dos animais demonstrados na Tabela 3, o grupo HQ apresentou menor ganho de peso (149,96g) quando comparado aos outros grupos (caseina 156,73g, HT 160,10g e HLD 151,27g) ($p<0.05$). No entanto, o consumo de alimento (caseína 450,0 g, HT 470,51g e HLD 473,25g) e, consequentemente, o de proteína foi maior nos animais do HQ (514, 93 e 77,24), respectivamente ($p<0.05$).

O grupo alimentado com HQ apresentou maior consumo de nitrogênio na dieta, avaliado pelo consumo total em maior quantidade e, por consequência, maior ingestão protéica ($p<0.05$) (Tabela 3). Os animais dos grupos HQ e HLD que receberam dietas contendo farinhas de hambúrguer com fibras apresentaram maior nitrogênio fecal e diferiram dos demais ($p<0.05$), o que refletiu em uma menor digestibilidade verdadeira. O grupo caseína foi o que apresentou maior digestibilidade verdadeira 96,16% ($p<0.05$) seguido do HT 90,89%, HQ 85,68% e HLD 80,48% . O balanço nitrogenado aparente não apresentou diferença entre os tratamentos.

Analisando os resultados apresentados na tabela 4, observa-se que o PER, RPER, NPR e RNPR apresentaram diferenças ($p<0.05$) entre os tratamentos. O HQ apresentou menores resultados quando comparados com os demais grupos que receberam caseína, HT e HLD.

As concentrações de albumina, hemoglobina e proteína total dos animais mostraram grande variabilidade entre os tratamentos e estão apresentados na Tabela 5. Não houve diferença entre os grupos-teste em relação a albumina sérica. O grupo que recebeu a caseína mostrou o menor valor de albumina e diferiu ($p < 0.05$) dos demais grupos. De acordo com a concentração de hemoglobina, o grupo caseína apresentou maior concentração quando comparados com os grupos alimentados com dieta contendo farinha de hambúrguer. De acordo com as proteínas totais, não houve diferença significativa ($p<0.05$).

DISCUSSÃO

Vários autores analisaram a composição protéica de diferentes farinhas de carnes. Hernandez et al.[15] ao avaliar cortes de frango, bovino e suíno desidratados, encontraram um percentual de proteínas de 83.4% no peito de frango, 71.2% na coxa de frango, 70.3% no fígado de frango, 75.3% na alcatra bovina, 87.2% no lombo bovino, 70% no fígado bovino, 72% no lombo suíno. Negrão et al.[16] aferiram a carne mecanicamente separada desengordurada de frango e o peito de frango em forma de farinha desidratada e encontraram respectivamente, 84.3% e 77.3% de proteína e 2.87% e 12.42% de lipídios. Pires et al.[17] pesquisaram a qualidade proteica de alguns alimentos e encontraram para a carne bovina liofilizada um teor de 81.76% de proteína e 84.55% para a carne de rã sem

osso desidratada. Pode-se verificar que os autores ao analisaram a quantidade protéica de diferentes tipos e cortes de carnes obtiveram um teor protéico superior a esse estudo. Pode ser porque os demais estudos avaliaram a carne in natura e este foi um produto cárneo que além da carne possui outros ingredientes como especiarias, proteína de soja e fibras alimentares. A quantidade de lipídios superior no HT ($p<0.05$) em relação a HQ e HLD, pode ser atribuído ao maior percentual de gordura dos hambúrgueres (9.43%) comparado aos demais (HQ e HLD). Na análise de carboidrato o grupo HT (4,03) inferior em 203% comparado ao HQ (12,21) e de 109% menor ao HLD (8,43) (Tabela 2), um dos fatores que pode ter influenciado este dado foi o elevado teor de fibra alimentar da quitosana e da linhaça desengordurada adicionadas.

O ganho de peso dos animais que receberam caseína foram semelhantes aos que receberam HT e HLD (Tabela 3). Contrapondo este estudo, Negrão et al.[16] avaliaram a qualidade protéica da carne mecanicamente separada desengordurada de frango e encontraram valores de ganho de peso, consumo alimentar e consumo de proteína menores para o grupo alimentado com caseína. No entanto, o consumo de alimento e, consequentemente de proteína foi maior nos animais do HQ ($p<0.05$), o qual resultou em uma proporção menor de conversão alimentar, o que significa que estes animais necessitaram ingerir mais ração do que os outros grupos para aumentar o ganho de peso. Uma das causas indicativas deste dado é a quantidade total de fibra presente no hamburguer, por favorecer o aumento do peristaltismo e diminuir a carga glicemica, são dois fatores importantes na diminuição de peso.

A digestibilidade verdadeira foi menor nos grupos HT e HLD, dietas contendo farinha de hambúrguer com fibras quando comparados com o grupo que recebeu a caseína. A digestibilidade é a medida da quantidade de proteína ingerida e absorvida no trato gastrointestinal e a parte não digerida é eliminada nas fezes, é um indicador da qualidade nutricional, pois está relacionada à disponibilidade de aminoácidos ao organismo[18]. Negrão et al.[16] também obtiveram uma digestibilidade verdadeira menor nos animais alimentados com carne mecanicamente separada de frango (92.9%), quando comparados a caseína (96.3%), associado a presença do baixo conteúdo de lisina. Hernandez et al.[15] analisando a digestibilidade de carne de frango, bovino e suíno, encontraram os seguintes percentuais: 88.3% para o peito de frango, 89.1% para a coxa de frango, 83.8% para o fígado de frango,

88.2% para alcatra bovina, 89.3% para o lombo bovino, 83.4% para o fígado bovino e 90% no lombo de suíno. Garcia et al.[19] avaliando a carne de charque demonstrou que mesmo após o a cocção da carne de charque, não alterou as propriedades nutricionais relacionadas à qualidade protéica, e o cozimento melhorou a digestibilidade quando relacionada a crua, respectivamente, 99.6% e 96.3%. A digestibilidade aumentada na carne cozida alterou alguns componentes protéicos, particularmente o colágeno, que desnaturou e gelatinizou e sua metabolização foi mais eficaz.

O PER variou de 2.33 (caseína) a 1.94 (HQ) e o NPR de 2.65 (caseína) a 2.22 (HQ). Negrão et al.[16] encontraram valores superiores de PER e NPR, para carne mecanicamente separada e desengordurada de frango e peito de frango, valores de PER de 3.42 e 3.54, respectivamente, e NPR de 3.19 e 3.68. Da mesma forma, Hernandez et al.[15] analisando cortes de frango, bovino e suíno desidratados, encontraram um PER de 3.36 para o peito de frango, 3.30 para a coxa de frango, 2.99 para o fígado de frango, 2.92 para a alcatra bovina, 3.41 para o lombo bovino, 3.03 para o fígado bovino, 2.87 para o lombo suíno. Reis e Oliveira[20] compararam a carne de avestruz com a caseína e encontraram para a carne de avestruz um PER de 4.07 e NPR de 2.94.

Neste estudo o PERR para o HLD foi 92,40% e o HQ 83,34%. Babji et al.[21] encontraram valores de PERR maiores quando avaliaram a qualidade proteica da carne mecanicamente separada de frango e da carcaça de frango cozida, e valores de PERR de 93.48% e 96.58%, respectivamente.

Friedman[22] considera um PER abaixo de 1.5 uma proteína de baixa qualidade, 1.5 a 2.0 uma proteína de qualidade média e acima de 2.0 uma proteína de alto valor nutritivo. Algumas proteínas apresentam valores de PER que diminuem à medida que aumenta a concentração dessas proteínas na dieta muito acima de 10%, entretanto outras, só alcançam seu valor máximo em concentrações superiores a 10%[23]. O PER se baseia na relação do crescimento de animais jovens pela proteína consumida. Apesar de ser um método conhecido para avaliar a qualidade protéica não é o suficiente, pois nem sempre o aumento de peso reflete na incorporação das proteínas, necessitando de outros métodos para avaliar a qualidade da proteína[13]. Neste caso, o HQ foi o único que apresentou valor abaixo de 2,0, considerada uma proteína de qualidade média, os resultados dos demais grupos são proteína de alto valor biológico.

A albumina reflete a ingestão de proteínas especializadas em condições experimentais, como é o caso de animais alojados que são alimentados com dietas deficientes em proteína[24]. Neste caso, veio confirmar que as dietas estavam com uma quantidade equilibrada de proteínas.

Os animais que receberam dietas contendo farinhas de hambúrgueres apresentaram baixas concentrações de hemoglobina. Um dos fatores que pode ter influenciado na concentração da hemoglobina foi à adição da fibra alimentar e especiarias nos hambúrgueres, diminuindo a disponibilidade do ferro, dado de maior interferência foi o HQ que teve maior quantidade de fibra insolúvel. Mitruka & Rawnsley[25] demonstram os seguintes valores de referência para ratos machos da linhagem wistar: hemoglobina 13,4 a 15,8g/dl, albumina 2,7 a 5,1g/dl e para proteínas totais 4,7 a 8,15 g/dl. Portanto, todos os grupos de animais independente da dieta apresentaram concentrações adequadas de albumina e proteínas totais.

CONCLUSÃO

Os resultados do estudo mostram que as dietas experimentais contendo diferentes tipos de farinhas de hambúrguer promoveram um crescimento, ganho de peso e desenvolvimento normais nos animais. Entretanto, observou-se que as fibras alimentares adicionadas nos hambúrgueres contribuíram para menor digestibilidade verdadeira, PER e NPR, assim como proporcionaram menor eficiência proteica, quando comparadas a farinha de hambúrguer tradicional e a caseína, mesmo com qualidade protéica média. A adição de fibras ao produto de fonte proteica deve ter critério claro para qual finalidade, podendo ser inclusão como fonte de fibras uma vez que este nutriente possui consumo abaixo do recomendado pela população.

REFERÊNCIAS

1.World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation. Geneva, 2003.

2.Miillward DJ, Layman DK, Tomé D, Schaafsma G. Protein quality assessment: impact of expanding understanding of protein and amino acid needs for optimal health. American Journal of Clinical Nutrition, 2008, 87 (5): 1576S-1581S.

3.Monteiro JBR, Costa NMB, Esteves EA, Milagres KH. Avaliação da qualidade protéica de dois formulados em pó, à base de soja enriquecidos com zinco, selênio e magnésio para utilização em nutrição enteral. Ciência e Tecnologia de Alimentos [internet]. 2004 [acesso 2013 set 18]; 24 (1): 6-10. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/cta/v24n1/20032.pdf>. dói: 10.1590/S0101-20612004000100002.

4. Mesquita FR, Correa AD, Abreu CMP. Linhagens de feijão (*Phaseolusvulgaris L.*): composição química e digestibilidade protéica. Ciência e Agrotecnologia [internet]. 2007 [acesso 2013 set 20]; 31(4): 812-816. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n4/26.pdf>. dói: 10.1590/S1413-70542007000400026.

5. Pires CV, Oliveira MGA, Rosa JC, Cruz GADR, Mendes FQ, Costa NMB. Digestibilidade in vitro e in vivo de proteínas de alimentos: estudo comparativo. Alimentos e Nutrição [internet]. 2006 [acesso 2013 set 20]; 17(1):13-23. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/111/124>.

6.Fao. Recent developments in protein quality evaluation. Disponível em: <www.fao.org/docrep/U5900t/u5900t07.htm>. Acesso em 13 nov 2013.

7. Brasil. Resolução nº. 19, April 30, 1999 c. Regulamento Técnico para Procedimento de Registro de Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em Sua Rotulagem. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999.

8. Association Official Analitical Chemists (Aoac). Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists, 16th ed., Supplement 1998. Washington: AOAC, 1995. 1018p.

9. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of biochemistry and physiology, 1959, 37 (8): 911-917. dói: 10.1139/o59-099.

10. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey Jr GC. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. The Journal of Nutrition, 1993, 23 (11):1939-1951. Disponível em: <http://www.fasi.edu.br/files/biblioteca/nut/1939_full.pdf>.

11. Association Official Analitical Chemists (Aoac) .Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists, Washington: AOAC, 1975. 1094p.

12. Bender AE, Doell BH. Note on the determination of net protein utilization by carcass analysis. British Journal of Nutrition, 1957,11:138-143.

13. Pellet PL, Young VR. Evaluation of protein quality in experimental animals. In: Nutritional Evaluation of Protein foods. Tokio: The United Nations University, 1980.

14. Sas Institute. Sas software: chances and enhancements through release 6.12. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1997.

15.Hernandez M, Montalvo I, Souza V, Sotelo A. The protein efficiency ratios of 30:70 mixtures of animal vegetable protein are similar or higher than those of animal foods alone. Journal of Nutrition, 1996, 126 (1):574-581.

16. Negrão CC, Mizubuti IY, Morita MC, Colli C, Ida EI, Shimokomaki M. Biological evaluation of mechanically deboned chicken meat protein quality. Food Chemistry [internet]. 2007 [acesso 2013 ago 22]; 90(4): 579-583. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814604003656>. dói:10.1016/j.foodchem.2004.05.017.

17.Pires CV, Oliveira MGA, Rosa JC, Cruz GADR, Mendes FQ, Costa NMB. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. Ciência e Tecnologia de Alimentos [internet], 2006, [acesso 2013 ago 21]; 26 (1):179-187. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612006000100029&script=sci_arttext>. dói: 10.1590/S0101-20612006000100029.

18. Pellet P.L. Protein quality evaluation revisited. Food technology,1978, (32):60-79.

19. Garcia FA, Mizubuti IY, Kanashiro MY, Shimokomaki M. Intermediate moisture meat product: biological evaluation of charqui meat protein quality. Food Chemistry [internet], 2001 [acesso 2013 ago 20]; 75, 405-409. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814601002266. Dói: 10.1016/S0308-8146(01)00226-6.

20. Reis LS, Oliveira TC. Ostrich (Strutio camelus) Meat Protein Quality and Digestibility. Revista Brasileira de Ciência Avícola [internet], 2008 [acesso 2013 set 20]; 10: 147-150. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-635X2008000300009&script=sci_arttext>. Dói: 10.1590/S1516-635X2008000300009.

21. Babji AS, Froning GW, Satterlee LD. Protein nutritional quality of mechanically deboned poultry meat as predicted by the C-PER assay. Journal Food Science Nutrition [internet], 1980 [acesso 2013 ago 29]; 45:441-443. Disponível em:< http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1980.tb04070.x/abstract>. Dói: 10.1111/j.1365-2621.1980.tb04070.x.

22.Friedman M. Nutritional value of proteins from different food sources. A review. J Agric Food Chem [internet], 1996, [acesso 2013 nov 10], 44(1):6-29. Disponível em: < http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf9400167>. Dói: 10.1021/jf9400167.

23. Sgarbieri VC. Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

24. Mahan *LK*, Escott-Stump *S.* Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia, *13a edi*ção, São Paulo: Roca, 2013.

25. Mitruka BM, Rawnsley HM. 1977. Clinical biochemical and hematological reference values in normal experimental animals. 65 p. Masson Publ. Co., New York, USA.

Tabela 1. Composição (g/kg) das dietas experimentais fornecidas aos animais, Santa Maria (RS), 2014.

Ingredientes	Aprotéica	Caseína	Farinha de Hambúrguer Tradicional	Farinha de Hambúrguer com Quitosana	Farinha de Hambúrguer com Farinha de Linhaça
Amido de milho	729,5	532,9	540,2	523,9	534,9
Proteína	0	200	244,5	255,5	248,1
Sacarose	100	100	100	100	100
Óleo de soja	70	66,6	14,8	20,1	16,5
Fibra (celulose)	50	50	50	50	50
Mix minerais	35	35	35	35	35
Mix vitaminas	10	10	10	10	10
L-cisteína	3	3	3	3	3
TBHQ	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014
Proteína (%)	0	17,0	16,9	16,9	16,7
Carboidrato (%)	84,0	66,6	66,8	66,8	67,2
Lipídio (%)	7	7	7	7	7
Kcal	394,8	384,4	387,3	387,1	390,7

Tabela 2. Composição química das farinhas de hambúrguer adicionadas nas dietas experimentais, Santa Maria (RS), 2014.

Variáveis (%)	**Farinhas de hambúrguer**		
	HT	**HQ**	**HLD**
Cinzas	7,73±0,02[a]	7,57±0,19[a]	8,44±0,15[a]
Proteína	65,2±0,49[a]	63,95±1,03[ab]	65,82±0,16[a]
Lipídios	22,56±1,24[a]	19,52±0,24[b]	15,15±1,71[c]
Carboidrato	4,03±0,25[c]	12,21±0,12[a]	8,43±0,18[b]

HT: farinha de hambúrguer tradicional, HQ: farinha de hambúrguer com quitosana e HLD: farinha de hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada
Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3).
Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 3. Ganho de peso, consumo alimentar, coeficiente de eficiência alimentar e proteína ingerida pelos animais com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD), Santa Maria (RS), 2014.

Variáveis	**Fontes proteicas**			
	Caseína	**HT**	**HQ**	**HLD**
Ganho de peso (g)	156,73 ± 12,98[a]	160,09 ± 10,86[a]	149,96 ± 10,13[c]	152,27 ± 8,33[ab]
Consumo alimentar (g)	450,00 ± 42,63[b]	470,65 ± 51,34[ab]	514,93 ± 22,38[a]	473,25 ± 34,45[ab]
Coeficiente de eficiência alimentar	0,35 ± 0,03[a]	0,34 ± 0,02[ab]	0,29 ± 0,02[c]	0,32 ± 0,03[b]
Proteína ingerida (g)	67,50 ± 6,39 [bc]	70,60±7,70[b]	77,24±3,43[a]	70,99±5,17[b]
Dv (%)	96,16 ± 1,25[a]	90,89 ± 1,27[ab]	85,68 ± 2,68[bc]	80,48 ± 10,52[c]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).
Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 4. Valores médios de Coeficiente de eficácia proteica (PER), Coeficiente de eficácia proteica relativa (PERR), Razão protéica líquida (NPR) e Razão proteica líquida relativa (NPRR) dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD), Santa Maria (RS), 2014.

Variáveis	**Fontes proteicas**			
	Caseína	**HT**	**HQ**	**HLD**
PER	2,33 ± 0,17[a]	2,28 ± 0,12[ab]	1,94 ± 1,94[c]	2,15 ± 0,17[b]
RPER (%)	100,00 ± 0,00[a]	97,76 ± 4,96[ab]	83,34 ± 4,54[c]	92,40 ± 7,27[b]
NPR	2,65 ± 0,19[a]	2,59 ± 0,15[ab]	2,22 ± 0,11[c]	2,46 ± 0,19[b]
RNPR (%)	100,00 ± 0,00[a]	97,53 ± 5,71[ab]	83,75 ± 4,04[c]	92,68 ± 7,07[b]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).
Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Tabela 5. Albumina sérica, hemoglobina e proteínas totais dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD), Santa Maria (RS), 2014.

Parâmetros bioquímicos (g/dL)	**Fontes proteicas**			
	Caseína	**HT**	**HQ**	**HLD**
Albumina sérica	3,11 ± 0,56[b]	3,23 ± 0,42[a]	3,68 ± 0,84[a]	3,30 ± 0,43[a]
Hemoglobina	13,47 ± 2,82[a]	10,81 ± 2,77[ab]	9,37 ± 1,69[b]	10,86 ± 2,44[ab]
Proteínas totais	6,60 ± 0,72[a]	7,72 ± 1,76[ab]	8,52 ± 2,19[a]	8,65 ± 1,10[a]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).
Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

MANUSCRITO 3

Efeito do consumo de hambúrguer com fibras alimentares no metabolismo de ratos jovens

RESUMO
Avaliar o efeito do consumo de dietas experimentais contendo farinha de hambúrguer de carne bovina com fibras alimentares no metabolismo de ratos. As dietas experimentais foram divididas nos seguintes tratamentos: dieta com caseína (controle) e dietas em que a caseína foi substituída por farinha de hambúrguer sem fibras alimentares (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD). Foram utilizados 28 ratos machos da linhagem Wistar, recém-desmamados, distribuídos sete animais/tratamento. O ensaio biológico foi conduzido por um período de 28 dias e foi analisado os parâmetros bioquímicos e o funcionamento intestinal dos animais. Observou-se que os animais do grupo HQ apresentaram menor ganho de peso (149,86g), maior consumo alimentar (514,93g) e menor concentração de colesterol total (138, 09 mg/dL) que os demais grupos. O LDL-c foi menor nos animais que receberam dietas com farinha de hambúrguer com fibras. A produção de fezes dos animais que receberam farinha de hambúrguer com fibras foi 1,5x superior aos demais e o pH fecal menor que 6,5. As fibras alimentares adicionadas nos hambúrgueres contribuíram positivamente no perfil bioquímico e transito intestinal dos animais.

Termos de indexação: fibra alimentar, quitosana, linhaça, metabolismo, gastrointestinal, nutrição

INTRODUÇÃO

As carnes e os produtos à base de carnes possuem proteínas de alto valor biológico, além de vitaminas, minerais a lipídios, nutrientes necessários para o funcionamento do metabolismo. Entretanto, esses alimentos são usualmente caracterizados como promotores de riscos á saúde de quem consome ocasionando cânceres, doenças neurológicas e cardiovasculares devido seu processamento e conteúdo nutricional (BISWAS et al., 2011).

As fibras alimentares, as quais são nutrientes importantes na alimentação, não constam na composição de carnes e em produtos cárneos tradicionalmente encontrados no comércio. A indústria alimentícia vem modificando e inovando na sua produção e

enriquecendo seus produtos e, desta forma, aumentar o teor de fibra alimentar e nutricional de muitos alimentos oferecidos para o consumo diário (CERQUEIRA et al., 2008).

Estudos atuais demonstram os efeitos fisiológicos que as fibras alimentares proporcionam quando consumidas de forma adequada e regular. A semente de linhaça está sendo referenciada por vários autores como proporcionante de efeitos hipoglicemiantes, hipocolesterolêmico e hipertrigliceridemico devido a quantidade de fibras alimentares e α-linolênico (COUTO; WICHMANN, 2011).

A quitosana é uma fibra de origem animal extraída de esqueletos de crustáceos e possui estrutura molecular semelhante a celulose (BORDERÍAS et al, 2005). Pesquisas demonstram que a inclusão de quitosana em dietas de animais experimentais reduz a concentração plasmática de colesterol e triglicerídeos e proporciona efeito em dietas de emagrecimento (LIU, ZHAN, XIA, 2008; ZHANG et al., 2008).

O consumo de alimentos fontes de fibras alimentares auxilia na redução dos riscos de doenças como cânceres, diabetes mellitus, dislipidemias, hipertensão, obesidade e doenças cardiovasculares (MAN, CUMMINGS, 2009).

Com o intuito de elaborar um produto cárneo com fibras alimentares que fosse aceito sensorialmente pelos consumidores e que proporcionasse benefícios no metabolismo, os pesquisadores formularam hambúrgueres de carne bovina com adição de farinha de linhaça desengordurada e quitosana. Apesar da existência de alguns trabalhos sobre produtos cárneos com formulações diferenciadas, visando benefícios à saúde do consumidor, a bibliografia sobre os efeitos *in vivo* do consumo destes produtos é muito escassa. Baseado nisso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos de dietas experimentais contendo os hambúrgueres elaborados com fibras sobre o ganho de peso, perfil lipídico, órgãos e funcionamento intestinal de ratos normoglicêmicos e normolipidêmicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Bem Estar Animal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) sob protocolo de nº 125/2011 desenvolvido nos laboratórios do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil.

Material e métodos

Elaboração dos hambúrgueres

A formulação básica dos hambúrgueres foi constituída de carne bovina (81,55%), gordura (10%), sal (1,65%), água (4,0%), proteína texturizada de soja (2,0%), condimento para hambúrguer (0,55%) e fixador de cor (0,25%), sendo esta a composição para o hambúrguer tradicional, sem fibras alimentares. Nos hambúrgueres com adição de fontes de fibras alimentares a gordura foi substituída por 7,5% de farinha de linhaça dourada desengordurada e por 6% de quitosana.

A adição de diferentes proporções de fibras nas formulações ocorreu devido à distinta porcentagem de fibra alimentar da quitosana e da farinha de linhaça dourada desengordurada. A quitosana utilizada era composta de 77,32% de fibra total sendo 26,44% de fibra solúvel e 50,92% de fibra insolúvel e a farinha de linhaça dourada desengordurada de 44,91% de fibra total que corresponde a 8,25% de fibra solúvel e 36,66% de fibra insolúvel.

Cada formulação foi calculada de modo que apresentassem 3g de fibra alimentar em 100g do produto pronto, com a finalidade de fornecer um produto que possa ser fornte de fibras e ter a seguinte alegação de propriedade funcional: "As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis" (BRASIL, 1999; BRASIL, 2012).

Para a elaboração dos hambúrgueres a carne foi cortada em cubos e moída em moedor de carne elétrico (marca Jamar PJ22, Jamar Ltda, São Paulo, Brasil) com disco de 10 mm e a gordura foi moída em discos de 5 mm. Foram adicionados na carne e na gordura, primeiramente, o sal e a água, para extração das proteínas miofibrilares. Posteriormente, adicionou-se a pimenta, alho, cebola, proteína de soja, antioxidante e as fibras alimentares (farinha de linhaça e/ou quitosana em pó).

A mistura cárnea foi homogeneizada em misturadeira (marca Jamar®, modelo MJ 35, Tupã, São Paulo, Brasil) até obtenção da liga e embalada em tripa artificial de calibre 115mm. Permaneceu em câmara de congelamento a temperatura de -18ºC por 12 horas e após foi realizado fatiamento em fatiador de frios da marca Palladium (Balneário Camboriu,

Santa Catarina, Brasil) obtendo-se hambúrgueres com peso líquido médio de 55g e 10 cm de diâmetro cada. Os hambúrgueres foram embalados individualmente, acondicionados e armazenados em freezer (-18°C).

Os hambúrgueres foram grelhados em chapa aquecida, com tempo de cozimento médio de 8 minutos e temperatura interna de 73ºC. Em seguida, foram submetidos à secagem em estufa de ar circulante, à temperatura de 55±5ºC, durante 48 horas. Posteriormente, foram triturados para obtenção de uma farinha de hambúrguer e então acondicionadas individualmente em sacos plásticos, rotulados e mantidas em freezer (-18 ºC) até a preparação das dietas experimentais.

Dietas experimentais

As dietas experimentais foram elaboradas segundo dieta-padrão da AIN 93G (REEVES et al., 1993). Foram preparadas as seguintes dietas: dieta com caseína e dietas-testes, onde a caseína foi substituída, como fonte de proteína, por farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD). Todas as dietas foram ajustadas de modo a apresentarem os mesmos teores de proteínas, lipídios e carboidratos conforme demonstrados na Tabela 1.

Todos os ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais eram do mesmo lote, pesados, misturados manualmente e peneirados por 3 vezes, para perfeita homogeneização e uniformidade dos ingredientes. As dietas foram identificadas e armazenadas no freezer a uma temperatura de -18 ºC até o momento da oferta para o consumo, pelos animais em forma de pó. As rações foram elaboradas semanalmente para minimizar a oxidação lipídica.

Animais e condução experimental

Foram utilizados 28 ratos machos, da linhagem *Wistar*, recém desmamados, com média de 24 dias de idade, peso médio de 45g, provenientes do Biotério da Universidade Federal de Santa Maria. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos, n=7 por grupo. Foram alocados em gaiolas metabólicas individuais, ambiente de temperatura

controlada a 22±1°C e ciclo de 12 horas claro/escuro. Permaneceram por 05 dias em adaptação, quando então iniciou a intervenção do ensaio biológico no 6º dia por um período total de 28 dias, com acesso a água e suas respectivas dietas experimentais *ad libitum.* Os animais eram pesados a cada 5 dias, e o consumo de ração verificado diariamente.

O coeficiente de eficiência alimentar foi calculado dividindo o ganho de peso total dos animais (g) pelo consumo total de dieta (g).

As fezes foram coletadas durante 05 dias e armazenadas em recipientes individuais para cada animal e mantidas sob refrigeração para posterior análise.

Dosagem do perfil lipídico e retirada dos órgãos

Ao final do experimento, após os animais permanecerem em jejum de 12 horas, foram anestesiados com 200 mg de quetamina/150mg de xilazina por peso corporal. Os animais foram exanguinados e o sangue foi acondicionado em tubos de ensaio, e, posteriormente, centrifugado durante quinze minutos, a 3.000 rpm, para obtenção do soro a ser analisado, o qual foi conservado sob refrigeração (4ºC) até as análises bioquímicas.

As dosagens sorológicas de CT, Lipoproteína de alta densidade (HDL-c), TG e Glicose, foram realizadas utilizando kits enzimáticos colorimétricos fornecidos pela empresa Labtest® e a leitura foi realizada em espectrofotômetro. As lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) e as lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL- c) foram determinadas de forma indireta. Foram utilizadas as seguintes expressões: LDL- c = CT – HDL-c –TG/5 e VLDL-c = TG/5.

Foram removidos e pesados os rins, o ceco, a gordura epididimal e o fígado de cada animal, estando os resultados expressos em g/100g do peso do animal.

Análise do funcionamento intestinal

As fezes foram coletadas e armazenadas em recipientes individuais para cada animal e mantidas sob refrigeração até a análise de excreção de fezes úmidas (PFU), fezes secas (PFS) e pH fecal. No final do experimento as fezes foram pesadas em balança eletrônica analítica (Metler Toledo, modelo AB204) com sensibilidade de 0,0001 g. A seguir, foi

realizada a secagem das fezes em estufa a 105 ºC até peso constante. As fezes foram pesadas novamente. O material cecal foi avaliado por processo eletrométrico empregando-se o potenciômetro adaptado para determinação, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2003).

Delineamento experimental e Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de Análise de variância (Anova), a fim de verificar se existe diferença entre os grupos experimentais. Para comparação entre as médias, foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SAS (1997).

Resultados e Discussão

Ganho de peso, consumo e conversão alimentar

Na Tabela 2, está demonstrado o ganho de peso corporal, o consumo total, proteína ingerida e a conversão alimentar dos animais alimentados com diferentes tipos de farinhas de hambúrguer. No que se refere ao ganho de peso, houve diferença significativa ($p< 0,05$) entre os tratamentos. Os animais do grupo HT apresentaram maior ganho de peso e o grupo HQ um ganho de peso menor quando comparado com os outros grupos. Embora, o consumo de ração e, consequentemente, o consumo de proteína foi maior pelos ratos que receberam HQ, a taxa de conversão alimentar foi menor, o que significa que estes animais tiveram que comer mais do que os outros grupos para ganhar peso.

Em experiências com hamsters alimentados com uma dieta contendo quitosana, Trautwein, Jügensen Erbersdobler (1997) e Kanauchi et al. (1994) descobriram que esses animais apresentaram menor ganho de peso quando comparados com os alimentados com a dieta controle. O mesmo aconteceu com Gallaher et al. (2000) em experimentação biológica com ratos. Abdou, Elsabee e Nagy (2008) relataram que a quitosana é uma fibra dietética utilizada contra a obesidade, especialmente a forma de quitina desacetilada. A quitina, geralmente é preparada a partir das carapaças de caranguejos e camarões. Han et al. (1999)

constataram que a quitosana reduziu significativamente o ganho de peso dos ratos induzidos por dieta rica em gorduras, e diminuiu o peso do fígado, melhorando a esteatose hepática através da redução das concentrações plasmáticas de triglicéridos, colesterol e ácidos graxos livres.

Ressalta-se que todas as dietas foram elaboradas com base no AIN 93G, sendo isocalóricas e isoprotéicas (REEVES, NIELSEN, FAHEY, 1993). Pode-se dizer que os animais alimentados com diferentes tipos de farinhas de hambúrguer apresentaram crescimento e desenvolvimento normais. Em comparação com a dieta controle (caseína) demonstraram valores similares de ganho de peso e consumo alimentar.

Os animais foram observados e tratados diariamente e não observou-se qualquer sinal de deficiência, toxicidade ou alterações nutricionais nos animais como dermatite, retardo do crescimento, alopecia, ascite, edema e paralisia das pernas.

Perfil lipídico

As concentrações de colesterol total, HDL - colesterol, LDL - colesterol, VLDL-colesterol e triglicerídeos estão apresentados na Tabela 3. Houve uma grande variabilidade de resultados para as concentrações do perfil lipídico e foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$). Em relação ao colesterol total, a caseína apresentou a maior concentração e diferença ($p < 0,05$). Comparando os grupos que foram alimentados com a dieta contendo farinhas de hambúrguer, o HQ apresentou a menor quantidade de colesterol total diferindo dos demais ($p < 0,05$).

Estudos têm demonstrado que a quitosana na dieta de ratos alimentados com alto teor de gordura causou uma redução na concentração de colesterol total no plasma, e inibiu a absorção de colesterol e triglicérideos (LIU, ZHANG, XIA, 2008; ZHANG et al, 2008). A gordura da dieta não é absorvida pelo intestino, a menos que tenha sido sujeito à ação da lipase pancreática. Com base nisto, confirmou o efeito inibitório da quitosana sobre a atividade da lipase pancreática em ratos. A inibição da hidrólise da gordura dietética pela quitosana pode causar uma diminuição na absorção intestinal de gordura e reduzir o volume de quilomícrons no plasma. Sabe-se que isto, em excesso, pode induzir a hiperlipidemia, a obesidade e esteatose hepática (Zhang et al., 2008).

A concentração de colesterol total em roedores até 1 ano, de acordo com a Wolford et al. (1986), encontram-se faixa de 124 ± 33,7 mg / dl, deste modo as concentrações de colesterol de todos os tratamentos estavam dentro da normalidade.

Não houve diferença significativa nos valores de HDL-c. O HT apresentou maior valor de LDL-c e menor VLDL-c. O HDL-c transporta o colesterol dos tecidos para ser metabolizado no fígado. O LDL-c é reponsável por transportar o colesterol do fígado para os tecidos e seu excesso pode ocasionar vários problemas na circulação sanguínea. O VLDL-c transporta triglicerídeos e colesterol do fígado para os tecidos e se transforma em LDL-c. Percebeu-se que a adição de fibras nos hambúrguer não contribuíram para aumentar a concentração de HDL-c nos animais, entretanto apresentou um resultado significativo nas concentrações de LDL-c.

Em relação aos triglicerídeos, o grupo caseína apresentou maior concentração e diferiu dos demais tratamentos ($p<0,05$). Os únicos ingredientes que diferiram em relação a proporção adicionada entre as dietas experimentais foram as porcentagens de óleo de soja, caseína e farinhas de hambúrguer. Analisando apenas os animais que receberam farinha de hambúrguer, observou-se que a adição de fibras alimentares aumentou a concentração de TG.

A glicose foi mais elevada no HQ e diferiu ($p <0,05$) dos outros grupos.

Existe um consenso de que, a fim de manter os níveis de parâmetros bioquímicos normais em indivíduos sadios, deve-se ter uma ingestão equilibrada de gordura total, colesterol, ácidos graxos saturados e carboidratos. O consumo de ácidos graxos saturados está associado com o aumento do CT e LDL-c, bem como a elevação do TG. O colesterol da dieta está diretamente relacionada com a elevação do LDL-c; no entanto, tem menos efeito sobre o CT no sangue, em comparação com as gorduras saturadas. Por outro lado, o consumo de ácidos graxos saturados têm sido associadas com a diminuição dos níveis de CT e LDL-c, ao mesmo tempo, com o aumento de HDL-cno plasma, uma característica importante no contexto da redução do risco cardiovascular. Os ácidos graxos poliinsaturados, ômega 3 e ômega 6, também tem efeitos positivos sobre o colesterol, LDL-c e TG (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2013; CUPPARI, 2013).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, as doenças cardiovasculares são as principais causas de óbitos, sendo responsável por 30% do total de mortes globais. A base

fisiopatológica é a aterosclerose, caracterizada por formação da placa aterosclerótica na parede do vaso sanguíneo, bem como o enfarte do miocárdio e acidente vascular cerebral, associada a certos fatores de risco cardiovascular, tais como a hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, HDL-C diminuída, hipertensão, diabetes mellitus e obesidade (SPOSITO et al., 2007).

A diferença no perfil lipídico dos animais demonstra que vários fatores dietéticos influenciam no perfil lipídico, porque a porcentagem de lipídios oferecida aos animais entre os diferentes tratamentos, foi a mesma, o fator que alterou foi o perfil de ácidos graxos dos hambúrgueres de carne bovina.

Peso da gordura epididimal, fígado e rins

A Tabela 4 demonstra que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre o peso da gordura epididimal, fígado e rins dos animais. As diferentes dietas experimentais não ocasionaram um acúmulo de gordura epididimal e nenhum animal apresentou excesso de gordura corporal. O fígado e os rins dos animais não apresentaram normalidades, como era esperado. Kanauchi et al. (1994) observaram um aumento significativo no peso do fígado para a dieta suplementada com colesterol, em comparação com o grupo controle com celulose. No entanto, este autor encontrou um peso de fígado inferior para os animais que consumiram dietas suplementadas com aveia e quitosana em relação ao grupo controle.

Funcionamento intestinal

A Tabela 5 demonstra a PFU, PFS, peso do ceco cheio e vazio e pH fecal dos ratos. A PFU dos animais que receberam farinha de hambúrguer com fibras foi 1,5 a 2x superior, devido ao fato de conter maior teor de fibra alimentar nestas dietas e, consequentemente, o peso fecal dos ratos foi maior. A fibra alimentar é o principal componente dietético capaz de exercer influência sobre o peso das fezes, assim, o aumento do peso fecal para os grupos experimentais está diretamente relacionado ao conteúdo aumentado de fibras insolúveis das rações experimentais acrescidas de farinhas de hambúrguer com quitosana e farinha de linhaça desengordurada. As fibras insolúveis tendem a apresentar maior resistência ao

processo fermentativo, exercendo efeito físico e de retenção de água à massa fecal. O estímulo tátil no intestino por meio de abrasão física induz a motilidade intestinal, aumentando o peristaltismo e reduzindo o tempo de passagem das fezes no intestino (FREITAS et al., 2004).

As fibras solúveis apesar de estarem em menor proporção nas farinhas de hambúrguer apresentam a capacidade de sequestrar a água e de ser totalmente fermentadas no colón intestinal, sendo então removidas no bolo fecal (GAMA, 2006). Elas, ainda, produzem um efeito prebiótico, pois, estimulam seletivamente o crescimento de bifidobactérias e Lactobacillus que aumentam a resistência natural contra invasão de bactérias patogênicas no intestino (MEIER, 2009). O intestino é composto por uma microbiota intestinal, na qual se divide em: microbiota dominante (concentração de 10^9 e 10^{12} UFC/mL– unidades formadoras de colônias por mL de conteúdo luminal) composta por Bifidobacterium, microbiota subdominante (concentração de 10^7 e 10^8 UFC/mL) composta por Lactobacillus e microbiota residual (concentração $< 10^7$ UFC/mL) onde estão incluídas as bactérias potencialmente patogênicas como o Clostridium, Pseudomonas e Klebsiella. A microbiota residual é mantida em baixas concentrações caso houver uma boa concentração de bifidobactérias e lactobacilos que secretam substâncias inibidoras do crescimento de patógenos (bacteriocinas) (GUARNER, 2006).

A maior PFS nos animais (Tabela 6) que receberam farinha de hambúrguer com fibras pode ser esclarecida devido à extensa degradação da fibra pela microbiota intestinal, já que as bactérias resistem à desidratação e são um componente importante das fezes (SIERRA, 2000).

Os grupos HT e o que recebeu caseína apresentaram menor peso fecal (úmido e seco) e ceco cheio que os outros grupos, o que pode ser claramente explicado pelas funções que a fibra desempenha no trato gastrintestinal, conforme referido anteriormente. Uma característica comum das fibras alimentares é a capacidade de não ser digerida no intestino delgado. Ao atingirem o cólon, as fibras tornam-se importantes fontes de energia e contribuem para o desenvolvimento de bactérias como lactobacilos e bifidobactérias, as quais através de um processo fermentativo produzem gases como hidrogênio, metano e carbônico, ácido láctico e ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato) que,

por sua vez, suprem cerca de 70% da energia utilizada pelos colonócitos (CUMMINGS et al., 2002; CUMMINGS; MACFARLANE, 2002).

A formação de ácido láctico na fermentação promove uma diminuição do pH fecal, tornando-o mais ácido, o que reduz o crescimento de bactérias potencialmente patogênicas como o Clostridium e Pseudomonas, e favorece o desenvolvimento de bactérias benéficas como Bifidobacterium e Lactobacillus (MARTEAU et al, 2002). O pH fecal de 7,00 do HT indica que o quimo tem maior putrefação e menor fermentação. Uma vez que as bactérias, ao fermentarem a fibra, acidificam o meio, o que contribui para melhor disponibilidade de micronutrientes, no estudo não foi observado diferença entre os grupos.

CONCLUSÃO

Os animais alimentados com dietas contendo farinha de hambúrguer tradicional apresentaram maior ganho de peso e maior LDL-c. Os animais alimentados com dieta contendo farinha de hambúrguer com quitosana apresentaram menor ganho de peso, maior consumo alimentar e menor concentração de colesterol total.

Observou-se que a adição de fibras nos hambúrgueres não contribuíram para aumentar a concentração de HDL-c nos animais, entretanto apresentou um resultado significativo nas concentrações de LDL-c.

Os animais que receberam dietas com farinhas de hambúrgueres com fibras apresentaram resultados relevantes na umidade, produção das fezes, peso cecal e pH fecal, quando comparado com os demais animais que receberam farinha de hambúrguer sem fibras e caseína.

Portanto, verificou-se que os animais alimentados com dietas contendo farinhas de hambúrgueres com fibras alimentares apresentaram resultados positivos no metabolismo quando comparados àqueles alimentados com farinha de hamburguer tradicional (em fibras).

REFERÊNCIAS

ABDOU, E.S.; NAGY, K.S.A.; ELSABEE, M.Z. Extraction and characterization of chitin and chitosan from local sources. Biores. Technol., v.99, p.1359-1367, 2008.

BISWAS AK, KUMAR V, BHOSLE S, SAHOO J, CHATLI, MK. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. International. Journal of Livestock Production. 2011; 2 (4): 45-54.

BORDERÍAS, A. J., SÁNCHEZ-ALONSO, I., PEREZ-MATEOS, M. (2005). New application of fibre in foods: Addition to fishery products. Trends in Food Science and Technology, 16, p. 458–465.

BRASIL. Resolução nº. 19, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico para Procedimento de Registro de Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em Sua Rotulagem. *Diário Oficial da União*; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999.

BRASIL. Resolução nº. 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. *Diário Oficial da União*; Poder Executivo, de 11 de agosto de 2006.

CERQUEIRA, P. M.; FEITAS, M. C. J.; PUMAR, M.; SANTANGELO, S. B. Avaliação do efeito fisiológico da farinha de semente de abóbora (Curcubita maxima, L.) no trato intestinal de ratos. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, (supl.), p. 7-13, 2008b.

COUTO, A.N; WICHMANN, F.M.A. Efeitos da farinha da linhaça no perfil lipídico e antropométrico de mulheres. Alim. Nutr., Araraquara, v. 22, n. 4, p. 601-608, out./dez. 2011.

CUMMINGS, J. H.; ENGLYST, H. N. Fermentation in the human large intestine and the available substrates. The American Journal of Clinical Nutrition. v.45, p.1243-1255, 1987.

CUMMINGS, J.H.; MACFARLANE, G.T. Gastrointestinal effects of prebiotics. Br. J. Nutr., Wallingford, v.87, suppl.2, p.S145-S151, 2002.

CUPPARI, Lilian. Nutrição: nutrição clínica no adulto. Barueri: Manole, 2013.

FREITAS, K. C. et al. Efeito da fibra do polissacarídeo de soja no peso e na umidade das fezes de ratos em fase de crescimento. Jornal de Pediatria, v. 80, n. 3, p. 183-188, 2004.

GALLAHER, C. M.; MUNION, J.; HESSLINK, JR.; WISE, J.; GALLAHER D. D.Cholesterol reduction by glucomannan and chitosan is mediated by changes in cholesterol absorption an bile acid and fat excretion in rats. Journal of Nutrition. v. 130, p. 2753 -2759, 2000.

GAMA.T.M.M.T.Estudo comparativo dos aspectos físico-químicos do pinhão nativoe do pinhão proveniente de processos de polinização controlada de araucaria angustifolia e da influência do tratamento térmico. In_____. Curitiba.2006 Disponível em: <http://www.dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream >: acesso em: 10 de junho de 2014.

GUARNER, F. (2006). Enteric flora in health and disease. Digestion 7. (Suppl. 1), 5–12

HAN, L.K.; KIMURA, Y.; OKUDA, H. Reduction in fat storage during chitin-chitosan treatment in mice fed a high-fat diet. *Inter. J. Obesity*, v.23, p.174-179, 1999.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3 ed. São Paulo, 1985.

KANAUCHI, O.; DEUCHI, K.; ISAMATO, Y; KOBAYASHI, E. *I*ncreasing effect of a chitosan and ascorbic acid mixture on faecal dietary fat excretion. Bioscience, Biotechnology, Biochemistry, v. 58, n. 9, p. 1.617 - 1.620, 1994.

LIU, J, ZHANG, J, XIA, W. Hypocholesterolaemic effects of different chitosan samples in vitro and in vivo. Food Chem. 2008, 107:419-425.

MAHAN, L. K; ESCOTT-STUMP, S. Krause: alimentos, nutrição & dietoterapia. São Paulo: Roca, 2013,

MANN, J. I., & CUMMINGS, J. H. (2009). Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. Nutrition, metabolism and cardiovascular diseases, v. 19, p.226–229.

MARTEAU, P., SEKSIK, P., JIAN, R., 2002. Probiotics and health: new facts and ideas. Curr. Opin. Biotechnol. 13, 486–489.

MEIER, R.F. Basics in clinical nutrition: Fibre and short chain fatty acids. E-Spen, the European the e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism, v.4, p.69-71, 2009.

REEVES PG, NIELSEN FH, FAHEY JRGC. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. The Journal of Nutrition. 1993; 23 (11):1939-1951.

SIERRA, S. C. Revisión del papel de la fibra em nutrición infantil. Pediátrika. 2000;20:129-37.

SPOSITO, A.C, CARAMELLI, B, FONSECA, F.A, BERTOLAMI, M.C, AFIUNE NETO, A, SOUZA, A.D et al. / Sociedade Brasileira de Cardiologia. IV Diretriz brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose. Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Arq Bras Cardiol. 2007; 88 (supl 1):2-19.

TRAUTWEIN, E. A.; JÜRGENSEN, U.; ERBERSDOBLER, H. F. Cholesterolloweringand gallstone-preventing action of chitosans with different degrees of deacetylation in hamsters fed cholesterol-rich diets. Nutrition research, v. 17, n. 6, p. 1053 - 1065, 1997.

ZHANG J, ZHANG J, LIU J, LI L, XIA, W. Dietary chitosan improves hypercholesterolemia in rats fed high-fat diets. Nutr. Res.2008, 28: 383-390.

WOLFORD, S.T et al. Reference range data base for serum chemistry and hematology values in laboratory animals. Journal of toxicology and environmental health, v. 18, n. 2, p. 161–188, 1996.

Tabela 1. Composição (g/kg) das dietas experimentais fornecidas aos animais.

Ingredientes	Aprotéica	Caseína	Farinha de Hambúrguer Tradicional	Farinha de Hambúrguer Quitosana	Farinha de Hambúrguer Farinha de Linhaça
Amido de milho	729,5	532,9	540,2	523,9	534,9
Proteína	0	200	244,5	255,5	248,1
Sacarose	100	100	100	100	100
Óleo de soja	70	66,6	14,8	20,1	16,5
Fibra (celulose)	50	50	50	50	50
Mix minerais*	35	35	35	35	35
Mix vitaminas**	10	10	10	10	10
L-cisteína	3	3	3	3	3
TBHQ	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014
Proteína (%)***	0	17,0	16,9	16,9	16,7
Carboidrato (%)***	84,0	66,6	66,8	66,8	67,2
Lipídio (%)***	7	7	7	7	7
Kcal	394,8	384,4	387,3	387,1	390,7

* Mix mineral (por kg de mix): Ca 142,94g; P 44,61g; K 102,81g; Na 29,11g; Cl 44,89g; S 8,57g; Mg 14,48g; Fe 1,00g; Zn 0,86g; Si 0,14g; Mn 0,30g; Cu 0,17g; Cr 0,03g; B 14,26mg; F 28,73mg; Ni 14,31mg; Li 2,85mg; Se 4,28mg; I 5,93mg; Mo 4,32mg; V 2,87mg;
** Mix vitamínico (por kg de mix): ácido nicotínico 3,00g; pantotenato de cálcio 1,60g; piridoxina-HCl 0,70g; tiamina-HCl 0,60g; riboflavina 0,60g; ácido fólico 0,20g; biotina 0,02g; vitamina B12 2,50mg; vitamina E 7.500UI; vitamina A 400.000UI; vitamina D3 100.000UI; vitamina K1 0,075g.

Tabela 2. Ganho de peso, consumo alimentar, coeficiente de eficácia alimentar e proteína ingerida pelos animais com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD).

Variáveis	Fontes proteicas			
	Caseína	HT	HQ	HLD
Ganho de peso (g)	156,73 ± 12,98[a]	160,09 ± 10,86[a]	149,96 ± 10,13[c]	152,27 ± 8,33[ab]
Consumo alimentar (g)	450,00 ± 42,63[b]	470,65 ± 51,34[ab]	514,93 ± 22,38[a]	473,25 ± 34,45[ab]
Quociente de eficiência alimentar	0,35 ± 0,03[a]	0,34 ± 0,02[ab]	0,29 ± 0,02[c]	0,32 ± 0,03[b]
Proteína ingerida (g)	67,50 ±6,39 [bc]	70,60±7,70[b]	77,24±3,43[a]	70,99±5,17[b]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).
Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 3. Concentração de Colesterol Total (CT), HDL-c, LDL-c, VLD-c, Glicose e Triglicerídeos (TG) dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ), farinha de hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD).

Parâmetros Bioquímicos (mg/dL)	Fontes protéicas			
	Caseina	HT	HQ	HLD
CT	190,42 ± 16,02[a]	169,58 ± 22,98[b]	138,09 ± 11,83[c]	172,29 ± 6,31[ab]
HDL-c	69,21 ± 15,24[a]	60,69 ± 20,43[a]	60,90 ± 18,96[a]	73,09 ± 19,35[a]
LDL-c	102,35 ±7,23[b]	135,09±10,56[a]	73,42±8,18[b]	79,71±7,34[b]
VLDL-c	30,12 ± 8,63[a]	19,45 ± 7,93[b]	20,86 ± 6,84[ab]	26,02 ± 8,79[ab]
TG	158,82 ± 40,70[a]	97,26 ± 39,64[b]	104,31 ± 34,22[b]	114,90 ± 19,48[b]
Glicose	92,02 ± 13,43[b]	96,98 ± 19,27[b]	117,78 ± 21,13[a]	95,40 ± 7,65[b]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).
Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 4. Peso da gordura epididimal, fígado e rins dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD).

Variable (g/100 g)	Fontes protéicas			
	Caseina	HT	HQ	HLD
Gordura epididimal	1,09 ± 0,32[a]	1,19 ± 0,28[a]	1,20 ± 0,26[a]	1,10 ± 0,23[a]
Fígado	3,79 ± 0,37[a]	3,73 ± 0,39[a]	3,51 ± 0,16[a]	3,49 ± 0,20[a]
Rins	0,81 ± 0,05[a]	0,81 ± 0,07[a]	0,78 ± 0,05[a]	0,77 ± 0,05[a]

Values are means ± S.D of 7 rats in each group.
Means followed by different letters in the line differ significantly by Tukey test at 5% significance level.
*Casein: diet with casein, HT: beef burger no fiber, HQ: beef burger containing chitosan and HLD: beef burger with defatted golden flaxseed flour.

Tabela 5. Produção de fezes úmidas (PFU), fezes secas (PFS), peso do ceco cheio e vazio e pH fecal dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD).

Variáveis	Fontes proteicas			
	Caseína	HT	HQ	HLD
PFU (g)	8,71 ± 1,22[d]	12,48 ± 4,30[c]	21,64 ± 1,76[a]	17,46 ± 2,60[b]
PFS (g)	1,46 ± 0,63[c]	3,22 ± 1,72[b]	5,62 ± 1,57[a]	5,86 ± 1,20[a]
Ceco cheio (g)	0,96 ± 0,22[b]	1,03 ± 0,13[ab]	1,22 ± 0,34[a]	1,34 ± 0,19[a]
Ceco vazio (g)	0,28 ± 0,09[a]	0,33 ± 0,08[a]	0,32 ± 0,09[a]	0,39 ± 0,09[a]
pH	6,11 ± 0,10[b]	7,00 ± 0,45[a]	6,59 ± 0,45 [a]	6,13 ± 0,43 [b]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).
Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

MANUSCRITO 4

Desenvolvimento de salsicha com fibras dietéticas e reduzido teor de gordura

Resumo
O objetivo foi desenvolver salsicha de carne de frango com fibras dietéticas e baixo teor de gordura e avaliar os efeitos sobre as características físicas-químicas e sensoriais. Foram desenvolvidas quatro formulações de salsicha: F1 - sem fibras e com 10% de gordura (ST), F2 - 7,5% de farinha de linhaça dourada desengordurada e 2,5% de gordura (SLD), F3 - 7,5% de farinha de linhaça dourada integral e 2,5% de gordura (SLI) e F4 - 4% de quitosana e 6% de gordura (SQ). Nos produtos desenvolvidos foram realizadas análises de umidade, proteína, cinzas e lipídios, além de rendimento dos produtos. A análise sensorial por 80 provadores não treinados, utilizando uma escala hedônica de 9 pontos (1 = como extremamente; 9 = não gostam muito). As salsichas de frango SQ e SLD apresentaram maior teor de umidade (65%). A percentagem de proteína foi maior no SLD (16%) e a gordura foi semelhante. O rendimento das salsichas com fibras foi maior que a ST e mais que 93%. As salsichas apresentaram boa aceitação sensorial, obtendo médias de 6,9 a 8,2. As fibras adicionadas nas salsichas não interferiram negativamente sobre as características físico-químicas e sensoriais. Portanto, as salsichas com fibras e baixo teor de gordura poderiam ser produzidas e comercializadas pela indústria de carnes.

Palavras-chave: produtos da carne, linhaça, quitosana, nutrição

1. Introdução

A carne e os produtos cárneos são importantes fontes de proteína, gordura, aminoácidos essenciais, minerais e vitaminas. Nos últimos anos, a demanda dos consumidores por produtos cárneos mais saudáveis com nível reduzido de gordura, colesterol, diminuição do conteúdo de cloreto de sódio e nitrito, aumentou rapidamente em todo o mundo (ZHANG et al., 2010).

A maioria dos produtos cárneos são ricos em gordura e proteína, mas deficiente em carboidratos complexos, como a fibra dietética e sua incorporação nos produtos cárneos poderiam proporcionar benefícios á saúde do consumidor (SÁNCHEZ-ZAPATA et al., 2010).

A fibra dietética pode ser classificada como fibra solúvel e insolúvel. Ambos tem

inúmeros benefícios à saúde, incluindo a manutenção da integridade da saúde intestinal, redução dos níveis de colesterol plasmático e modula a resposta glicêmica. Além disso, podem ser utilizadas em formulações de produtos como um ingrediente não calórico que pode auxiliar na perda de peso através da substituição de componentes dos alimentos calóricos, como a gordura (DECKER, PARK, 2010).

Mehta et al. (2013) referem que vários tipos de fibras têm sido estudadas sozinhas ou combinadas para a formulação de produtos cárneos de baixa gordura. Produtos que contêm fibras dietéticas são excelentes substitutos de gordura devido aos efeitos funcionais e nutricionais que proporcionam (BREWER, 2012, KUMAR et al, 2010; BISWAS et al, 2011). Além disso, proporcionam vantagens reológicas como o aumento da capacidade de retenção de água, incremento da estabilidade de emulsão, o que resulta em um produto com maior rendimento após cozimento (MEHTA et al., 2013).

A salsicha o produto cárneo industrializado, obtido da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais de açougue, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural, ou artificial ou por processo de extrusão, e submetido a um processo térmico adequado. É um produto que pode ter até 30% de gordura na sua composição e no mínimo 12% de proteína (BRASIL, 2000).

A adição de fibra dietética em salsichas pode resultar em um produto alimentar saudável, devido à sua capacidade para induzir a saciedade (VUHOLM et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver salsicha de carne de frango com fibras dietéticas (quitosana e farinha de linhaça dourada) e baixo teor de gordura e avaliar os efeitos sobre as características físicas-químicas e sensoriais.

2. Material e métodos

2.1. Elaboração das salsichas

As amostras de carne de frango que foram utilizadas na elaboração das salsichas foram adquiridas em um estabelecimento comercial do município de Santa Maria - RS. A farinha de linhaça dourada integral e a de linhaça dourada desengordurada foram cedidas

pela Cisbra®, Panambi, Rio Grande do Sul, Brasil. A quitosana foi doada pela Selachi® Ind. Com. Imp. Exp. Ltda, Fortaleza, Ceará, Brasil. Os demais ingredientes para elaboração das salsichas foram fornecidos pela Bremil® Indústria de Produtos Alimentícios, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil.

As salsichas foram elaboradas conforme Tabela 1. Inicialmente, a coxa, sobrecoxa e o peito de frango foram desossados. A carne, toucinho e a pele foram triturados no cutter com sal e metade do gelo com nitrito e polifosfato dissolvidos. Adicionou-se a seguir: proteína de soja, condimentos, carmim, outra metade do gelo, quitosana ou farinha de linhaça, fécula, fumaça e fixador de cor. Posteriormente, embutiram-se as salsichas em tripa artificial de celulose com 22 mm de diâmetro. A seguir, amarrou-se em gomos de 10 cm e foram pasteurizadas a 80°C em banho-maria até atingir 72ºC de temperatura interna das peças. Ao final do cozimento, as amostras foram imediatamente resfriadas em banho de água gelada e foi retirada a tripa. As salsichas foram acondicionadas em temperatura de -18ºC.

2.2. Composição química

Três amostras de salsicha foram retiradas de cada tratamento e as análises foram realizadas em triplicata. A umidade (105ºC por 24 h), proteína bruta (método Kjeldahl, nitrogênio 6,25) e as cinzas (incineração a 550ºC até cinza branca) foram analisadas de acordo com a AOAC (1995). A gordura foi determinada conforme Bligh & Dyer (1959). Os carboidratos totais calculados por diferença (100 g - gramas totais de umidade, proteína, lipídios e cinzas). O valor energético total foi calculado utilizando os fatores de conversão de energia da seguinte forma: o valor energético total (kcal / 100 g) = (porcentagem de proteína × 4 kcal.g-1) + (porcentagem de lipídios × 9 kcal.g-1) + (percentagem total de carboidratos × 4 kcal.g-1). Os resultados estão expressos em g / 100 g de salsicha em base úmida (%).

2.3. Rendimento

O rendimento das salsichas foi determinado medindo o peso de três salsichas para cada tratamento / lote, e calculando as diferenças de peso antes e depois da cocção (adaptado de HAUTRIVE et al., 2008):

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

2.4. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada para avaliar o teste afetivo de preferência e aceitação dos novos produtos desenvolvidos. Foram avaliadas as características sensoriais de cor, aroma, sabor, textura e aparência geral por 80 provadores não treinados, adultos de ambos os sexos, consumidores de produtos cárneos. Os provadores foram alunos, professores e funcionários do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFSM.

As salsichas foram descongeladas em temperatura de 4ºC por 12 horas e posteriormente cozidas em água fervente por 5 minutos. Os provadores receberam quatro salsichas diferentes de carne de frango com fibras e baixo teor de gordura e analisaram utilizando uma escala hedônica de 9 pontos (1 = gostei extremamente; 9 = desgostei extremamente). Além disso, foi aplicado o teste de intenção de compra do produto através de uma escala hedônica de 5 pontos, cujos extremos são "1: certamente não compraria" e "5: certamente compraria." A escala hedônica afetiva é usado para medir o nível de preferência de produtos alimentares por parte dos provadores e da intensidade do gostar ou não gostar de um alimento.

Cada provador recebeu 30 g de cada formulação em pratos plásticos codificados com números de três dígitos, em ordem aleatória, junto com a água e biscoito água e sal, para ser utilizado entre as amostras para limpar a papila gustativa. A análise sensorial foi realizada em uma sala com cabines individuais e o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria sob o nº 125/2011. Todos os

participantes assinaram o termo de consentimento, de acordo com a Resolução nº 196/96 do CNS / MS.

2.5. Análise estatística

O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados e os dados foram analisados através de análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey para a comparação das médias entre as amostras, utilizando-se um nível de significância de 5%. Para a análise dos dados, foi utilizado o programa estatístico *Statistical Analysis System* (SAS, 1997).

3. Resultados e discussão

3.1. Características químicas

A composição de umidade, proteína, cinzas, gordura, fibras e o conteúdo calórico das salsichas de frango estão demonstrados na Tabela 2. Observou-se que a adição de quitosana e farinha de linhaça dourada desengordurada proporcionou um aumento no teor de umidades das salsichas SQ e SLD. Meinhlod (1991) afirma que as vantagens da utilização de fibra de aveia estão em sua capacidade de reter a umidade, evitando o ressecamento durante o processo de cozimento, as propriedades de suculência e capacidade de reter sabores naturais da carne. Choi et al. (2013) também encontraram maior teor de umidade das salsicha e menor conteúdo de gordura com o aumento de misturas de fibras de trigo (10, 15 e 20%). Este fato ocorre pela capacidade da fibra alimentar de absorção de água e absorção de baixo teor de gordura. Isto não foi observado em SLI que apresentou teor de umidade semelhante ao ST. A capacidade de retenção de água da fibra depende da sua estrutura física e química e à mudança durante o seu processo de produção.

O SLD demonstrou teor de cinzas menor e diferiu ($p < 0,05$) das demais formulações. No entanto, foi a formulação que apresentou maior teor de proteína (16,19%). Esta diferença

no teor de proteína pode ser pela quantidade de proteína da farinha de linhaça desengordurada, 23,57% e durante o processo de retirada da gordura da farinha pode ter ocorrido perda de cinzas. A quantidade de gordura foi semelhante entre as salsichas (7 a 8%). A porcentagem de fibras adicionadas nas formulações foi de 3% de por 100 g do produto. De acordo com as Instruções Normativas de Identidade e Qualidade de salsicha (2000), a salsicha pode ter no máximo 65% de umidade, 30% de gordura e 12% de proteína. Portanto, as salsichas desenvolvidas atenderam as características exigidas de acordo com a legislação prevê. Pode ser classificada como salsichas com baixo teor gordura e além de fonte de fibras alimentares. As salsichas com fibras apresentaram mais de 3% de fibra total sendo que a maior proporção de fibra insolúvel.

A SLI foi a formulação de maior conteúdo calórico. Pode ser devido a quantidade de gordura da farinha de linhaça dourada integral apesar de não ter proporcionado diferença no teor lipídico das salsichas.

3.2. Rendimento das salsichas

O rendimento das salsichas está apresentada na Tabela 3. A formulação SLI foi a que apresentou maior rendimento. Este maior rendimento pode ser reflexo da maior proporção de gordura na salsicha, apesar de não ter diferido das demais. As salsichas com fibras alimentares apresentaram maior rendimento que a ST. Yang et al. (2007) referem que a adição de farinha de aveia em salsicha de carne suína resultou no aumento do rendimento. Estudos têm demonstrado que a fibra dietética aumenta o rendimento dos produtos devido a capacidade de retenção de água e gordura (CHEN, XU, WANG, 2004; ANDERSON, BERRY, 2001;. CREHAN et al, 2000).

Choe et al. (2013) retificam este estudo, relatam que ao adicionar diferentes níveis de fibra alimentar em salsichas foi observado uma relação inversamente proporcional com a perda por cozimento, tal fato é explicado pela alta capacidade da fibra reter água e gordura.

3.3. Análise sensorial

A análise dos resultados dos atributos cor, odor, sabor, aparência, textura das salsichas de frango com diferentes formulações está expressa na Tabela 4. As médias hedônicas para todos os atributos avaliados foram entre 6,9 e 8,2, indicando que os provadores classificaram em “gostei” e "gostei ligeiramente". Notas entre 6 e 9 obtidos em teste de aceitação por atributos, sugerem que o produto seria aceito no mercado consumidor a partir do ponto de vista sensorial (ANZALDÚA-MORALEZ, 1994). assim, pode-se dizer que as salsichas foram bem aceitas pelos provadores. Petersson et al. (2014) apresentaram aceitação menor que este estudo, quando adicionaram farelo de centeio, farelo de aveia e fibra de cevada em salsichas com baixo teor de gordura e obtiveram notas 3,8 a 6,8 para sabor, cor, odor e aparência global. A palatabilidade de produtos cárneos depende principalmente do aroma, sabor, cor, aparência, maciez e suculência (BISWAS et al., 2011).

A cor do SLD foi classificada com menor média e diferiu ($p<0,05$) dos demais tratamentos. A farinha de linhaça desengordurada adicionada no produto pode ter interferido na coloração do produto e os provadores percebido a presença da fibra adicionada. Entretanto, foi classificada como gostei. Os atributos odor, sabor e a aparência não diferiu entre os tratamentos.

No que se refere ao atributo maciez o SQ e SLI obtiveram maiores médias de aceitação. Isso pode estar atribuído a maior porcentagem de umidade dessas salsichas (65%) que podem ter contribuído na textura do produto.

No teste de intenção de compra as formulações SQ e SLD obtiveram maiores médias e os provadores provavelmente comprariam as salsichas. Ktari et al. (2014) verificaram os efeitos sobre as propriedades sensoriais (escal hedônica de 5 pontos) de salsichas com adição de 0,5% de celulose em pó Vitacel (LC200), cevada beta-glucana concentrada (BBC) fibra de batata Vitacel (KF500). As salsichas formuladas com as três fibras tiveram escores de aceitabilidade mais elevados do que o controle. Assim como o nosso estudo, a adição das três fibras não induziu efeitos negativos sobre o sabor e textura das salsichas. Contrariando, Choe et al. (2013) não observaram diferenças significativas na cor, sabor, maciez, suculência e aceitação global entre o controle e as salsichas com mistura de fibras de trigo pelo painel sensorial.

4. Conclusão

As salsichas de frango SQ e SLD apresentaram maior teor de umidade. A porcentagem de proteína foi maior no SLD e a gordura foi semelhante entre os tratamentos. O rendimento das salsichas com fibra dietéticas foi maior do que a salsicha tradicional, porque a fibra possui a capacidade de aumentar a retenção de água e gordura no produto. As salsichas apresentaram uma boa aceitação sensorial e provavelmente seriam compradas pelos provadores. A quitosana e a farinha de linhaça adicionada nas salsichas não proporcionaram nenhum efeito negativo sobre as características físico-químicas e sensoriais avaliadas. Portanto, as salsichas com fibras e baixo teor de gordura poderiam ser produzidas e comercializadas pela indústria de carnes.

Agradecimentos

Os autores agradecem as empresas Cisbra®, localizada em Panambi no Rio Grande do Sul, a Selachi® Ind. Com. Imp. Exp. Ltda, de Fortaleza no Ceará e a Bremil® Indústria de Produtos Alimentícios, do município de Lajeado no Rio Grande do Sul, Brasil.

Referências

ANDERSON, E. T.; BERRY, B.W. Effects of inner pea fiber on fat retention and cooking yield in high fat ground beef. Food Research International, v. 34, I. 8, p.689–694, 2001.

ANZALDÚA-MORALES, A. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Acribia, 1994. 198p.

AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed., Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. 1995.

BISWAS, A.K., KUMAR, V., BHOSLE, S., SAHOO, J., CHATLI, M.K. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. International Journal of Livestock Production Vol. 2(4), pp. 45-54, April 2011.

BLIGH, E.G., DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of biochemistry and physiology, v.37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Resolução nº. 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, constante do anexo desta portaria. *Diário Oficial da União*; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 4/2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de salsicha. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 20 Abr 2014.

BREWER, M.S. Reducing the fat content in ground beef without sacrificing quality: A review. Meat Science, v.91, p.385-395, 2012

CHEN, H. H.; XU, S.Y.; WANG, Z. Separation and purification of acidic polysaccharides and neutral polysaccharides in flaxseed gum. Journal of Food and Fermentation Industry, v.30, n.1, p. 96–100, 2004.

CHOE, J., KIM, H., LEE, J., KIM, Y., KIM, C. Quality of frankfurther- type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. Meat Science, v.93, p. 849-854, 2013.

CREHAN, C. M., HUGHES, E., TROY, D. J., & BUCKLEY, D. J. (2000). Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. Meat Science, 55, 463–469.

DECKER, E.A., PARK, Y. (2010). Healthier meat products as functional foods. Meat Science, 86, 49–55.

KTARI, N., SMAOIU, S., TRABELSI, I., NASRI, M., SALAH, R.B. Chemical composition, techno-functional and sensory properties and effects of three dietary fibers on the quality characteristics of Tunisian beef sausages. Meat Science, v.96, p.521-525, 2014.

KUMAR V, BISWAS AK, CHATLI MK, SAHOO J (2010). Effect of banana and soybean hull flours on vacuum packaged chicken nuggets during refrigeration storage. Int. J. Food Sci. Technol., (In Press).

MEHTA, N. et al. Novel trends in development of dietary fiber rich meat products - a critical review. Journal of Food Science and Technology, p.1-15, 2013.

MEINHOLD, N. M. Processed meats with 38-75% less fat. Food Processing, 52, 105-106, 1991.

PETERSSON, K., GODARD, O., ELIASSON, A.C., TORNBERG,E. The effects of cereal additives in low-fat sausages and meatballs. Part 2: Rye Bran, oat Bran and Barley fibre. Meat Science, v.96, p.503-508, 2014.

SANCHÉZ-ZAPATA, E., ZUNINO, V., RÉREZ-ALVAREZ, J.A., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. Effect of tiger nut fibre addition on the quality and safety of a dry-cured pork sausage (“chorizo”) during the dry-curing process. Meat Science, v.95, p.562-568, 2013.

Sas institute. SAS software: chances and enhancements through release 6.12. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1997.

VUHOLM, S., JAKOBSEN, L.M.A., SORENSEN, K.V., KEHLET, A.R., KRISTENSEN, M. Appetite and food intake after comsumption of sausages with 10% fat and added wheat or rye bran. Appetite, v.73, p.205-211, 2014.

ZHANG, W.; XIAO, S.; SAMARAWEERA, H.; LEE, E. J.; AHNA, D. U. Improving functional value of meat products. Meat Science, v. 86, p. 15-31, 2010.

YANG, H. S., CHOI, S. G., JEON, J. T., PARK, G. B., & JOO, S. T. (2007). Textural and sensory properties of low fat pork sausages with added hydrated oatmeal and tofu as texture-modifying agents. Meat Science, 75, 283–289.

Tabela 1. Ingredientes utilizados na elaboração das salsichas de frango

	ST	SLD	SLI	SQ
Pele de frango	5,0	5,0	5,0	5,0
Frango	63,5	57,5	57,5	61,0
Toucinho	10,0	10,0	10,0	10,0
Gelo	15,0	15,0	15,0	15,0
Sal	1,5	1,5	1,5	1,5
Ptn de soja	1,0	0,5	0,5	0,5
Condimento salsicha	1,5	1,5	1,5	1,5
Fixador de cor	0,25	0,25	0,25	0,25
Sal de cura	0,3	0,3	0,3	0,3
Polifosfato	0,25	0,25	0,25	0,25
Fécula	2,0	1,0	1,0	1,0
Corante carmin	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
Fumaça líquida	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
Farinha linhaça desengordurada	0	7,5	0	0
Farinha linhaça integral	0	0	7,5	0
Quitosana	0	0	0	4,0

ST- Salsicha sem fibras alimentares, SLD- Salsicha com adição de farinha de linhaça dourada desengordurada, SLI- Salsicha com adição de farinha de linhaça dourada integral e SQ- Salsicha com adição de quitosana.

Tabela 2. Composição química (g/100 g salsicha) e conteúdo calórico (kcal/100 g ou kJ.100–1) de salsicha tradicional (ST), salsicha com quitosana (SQ), salsicha com farinha de linhaça integral (SLI) e salsicha com farinha de linhaça desengordurada (SLD).

Variáveis	Salsichas			
(%)	ST	SQ	SLI	SLD
Umidade	63.65±0.5[b]	65.35±0.6[a]	62.63±0.4[b]	65.94±0.2[a]
Cinzas	4.04±0.05[a]	3.77±0.10[a]	3.70±0.23[a]	2.39±0.15[b]
Proteína	15.30±1.20[b]	15,59±1.65[b]	15,90±1.53[b]	16.19±1.22[a]
Gordura	7.44±1.44[a]	7.92±1.20[a]	8.9±0.98[a]	7.52±1.12[a]
Fibra total*	0.00	3.09	3.06	3.37
Fibra solúvel*	0.00	0.98	0.32	0.62
Fibra insolúvel*	0.00	2.11	2.97	2.75
Conteúdo calórico	162.16	158.84	174.9	160.04

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3).

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

* Calculado conforme o conteúdo de farinha de linhaça dourada desengordurada e integral e quitosana adicionada nas formulações de salsicha de frango.

Tabela 3. Efeito da adição das fibras alimentares sobre o rendimento de salsicha tradicional (ST), salsicha com quitosana (SQ), salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI) e salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD).

Variáveis (%)	Salsichas			
	ST	SQ	SLI	SLD
Rendimento	89,0±1.10[c]	93.24±1.47[b]	99.05±0.20[a]	93.03±2.01[b]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3).

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 4. Médias atribuídas na avaliação sensorial de salsicha tradicional (ST), salsicha com quitosana (SQ), salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI) e salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD).

Atributos	Salsichas			
	ST	SQ	SLI	SLD
Cor	7.4[a]	7.4[a]	7.2[a]	6.9[b]
Odor	7.8[a]	8.2[a]	7.9[a]	7.8[a]
Sabor	7.9[a]	8.1[a]	7.9[a]	7.8[a]
Textura	7.4[b]	7.7[a]	7.3[b]	7.6[a]
Aparência global	7.5[a]	7.8[a]	7.4[a]	7.6[a]
Intenção de compra	4.0[b]	4.6[a]	4.3[b]	4.5[a]

Valores expressos em média (n = 80).

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

MANUSCRITO 5

Qualidade microbiológica e estabilidade oxidativa de salsichas com fibras alimentares armazenadas a temperatura refrigerada

RESUMO

Objetivou-se verificar a qualidade microbiológica e a estabilidade oxidativa de salsichas de carne de frango elaboradas com fibras alimentares. Foram elaboradas 4 formulações de salsicha: salsicha tradicional (ST), salsicha com adição de farinha de linhaça desengordurada (SLD), salsicha com farinha de linhaça integral (SLI) e salsicha com quitosana (SQ). As análises foram realizadas no 1º, 7º e 14º dia de armazenamento do produto que permaneceu sob refrigeração a 4ºC. Para contagem de coliformes a 35ºC, no dia 0, todos os tratamentos apresentaram contagem abaixo de 10^3 UFC/g. A contagem de psicotróficos aumentou consideravelmente durante o armazenamento em temperatura refrigerada. Para *Staphylococcus* coagulase positiva, Coliformes a 45ºC e *Clostridium* Sulfito redutor, todos os tratamentos mantiveram-se dentro do limite permitido. Não foi detectada a presença de *Salmonella.* O pH inicial apresentou maior que 6.0 para todas amostras. Houve uma variabilidade no índice de dienos conjugados entre as amostras, entretanto, não diferiram estatisticamente. No período de 14 dias avaliados, nenhuma amostra de salsicha apresentou valores de TBARS maiores que 0.85 mg MDA/kg. Verificou-se que as salsichas apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Legislação Brasileira e uma boa estabilidade oxidativa com alterações somente no tempo final de armazenamento.

Palavras-chave: produto cárneo emulsionado, doenças transmitidas por alimentos, saúde pública, linhaça, quitosana, oxidação.

INTRODUÇÃO

A salsicha é um produto cárneo cozido curado de massa fina, obtido da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais de açougue, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural, ou artificial ou por processo de extrusão, e submetido a um processo térmico adequado (Instrução Normativa nº 04/2000 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária).

De acordo com o Inmetro, dentre os produtos cárneos mais vendidos, um dos que se destaca, é a salsicha. Isso se deve ao aumento no consumo de cachorro-quente, que são vendidos não só em bares e lanchonetes, mas também em carrocinhas ou em vans. A salsicha é o segundo embutido em aquisição *per capita* no Brasil, com média de 1,154 kg por ano (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010).

Durante a preparação dos produtos cárneos, pode-se alterar a quantidade e a qualidade de nutrientes, reformulando o produto, reduzindo compostos normalmente utilizados em excesso a quantidades mais apropriadas e/ou incorporando ingredientes com propriedades funcionais, como as fibras alimentares (Decker e Park, 2010).

A fibra alimentar é uma substância resistente à ação das enzimas digestivas humanas e é considerada o principal componente de vegetais, frutas e grãos integrais, razão esta que permitiu que esses alimentos pudessem ser caracterizados como alimentos funcionais, já que a sua utilização dentro de uma dieta equilibrada pode reduzir o risco de algumas doenças, além de agregar uma série de benefícios (Giuntini et al., 2003).

A salsicha por tratar-se de um produto em que se permite alto percentual de gordura (máximo 30%), e que passa por etapas durante o seu processamento que favorecem a oxidação, como diminuição do tamanho de partículas (trituração), incorporação de oxigênio e aquecimento (Araújo, 2011), pode ter perda de valor nutricional pela oxidação de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais, além de possível produção de substâncias com efeitos tóxicos (Brannen et al., 1990). A oxidação lipídica pode ser considerada um dos principais fatores relacionados com a perda de qualidade nutricional e sensorial das salsichas e com a redução de sua vida de prateleira.

É um embutido usualmente consumido pela população jovem e adulta, principalmente como ingrediente de lanches rápidos. Por ser um produto perecível deve ser armazenado em temperaturas de 0 a 4ºC, para o produto refrigerado ou -12 a -25ºC, para o produto congelado.

Devido à demanda do consumidor, é frequente encontrar para a comercialização salsichas na forma refrigerada em embalagens de isopor em balcões refrigerados de supermercados.

Os embutidos cárneos são alimentos muito suscetíveis a contaminação microbiana, o que reduz seu prazo de validade e os torna um potencial veículo de patógenos (Baú et al.,

2012). A análise do perfil bacteriológico é de extrema importância do ponto de vista de saúde pública, pois 74% dos incidentes de doenças transmitidas por alimentos é em decorrência do consumo de pratos a base de carne de frango ou bovina. A presença de microrganismos sensíveis às temperaturas aplicadas no processo de produção, denuncia falha de processamento, contaminação cruzada, manipulação inadequada e condições de estocagem adversas (MARTINS et al., 2008).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo mimetizar condições de comercialização para o consumidor de salsicha de frango com fibras alimentares em balcões de refrigeração e embalagens de isopor e verificar a qualidade microbiológica e a estabilidade oxidativa das salsichas armazenadas a temperatura refrigerada por 14 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de carne de frango que foram utilizadas na elaboração das salsichas foram adquiridas em um estabelecimento comercial do município de Santa Maria - RS. A farinha de linhaça dourada integral e a de linhaça dourada desengordurada foram cedidas pela Cisbra®, Panambi, Rio Grande do Sul, Brasil. A quitosana foi doada pela Selachi® Ind. Com. Imp. Exp. Ltda, Fortaleza, Ceará, Brasil. Os demais ingredientes para elaboração das salsichas foram fornecidos pela Bremil® Indústria de Produtos Alimentícios, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil.

As salsichas foram elaboradas conforme Tabela 1. Inicialmente, a coxa, sobrecoxa e o peito de frango foram desossados. A carne, toucinho e a pele foram triturados no cutter com sal e metade do gelo com nitrito e polifosfato dissolvidos. Adicionou-se a seguir: proteína de soja, condimentos, carmim, outra metade do gelo, quitosana ou farinha de linhaça, fécula, fumaça e fixador de cor. Posteriormente, embutiram-se as salsichas em tripa artificial de celulose com 22 mm de diâmetro. A seguir, amarrou-se em gomos de 10 cm e foram pasteurizadas a 80°C em banho-maria até atingir 72ºC de temperatura interna das peças. Ao final do cozimento, as amostras foram imediatamente resfriadas em banho de água gelada e foi retirada a tripa. As salsichas foram acondicionadas em bandejas de isopor,

envoltas por filme plástico de policloreto de polivinila (PVC) e estocadas em temperatura de 4ºC por 14 dias.

A embalagem e o armazenamento a temperatura refrigerada foi escolhido para mimetizar condições e ambiente semelhante de comercialização de salsichas em supermercados varejistas. Com o intuito de verificar a qualidade microbiológica e oxidativa dessas salsichas com fibras sendo comercializadas dessa forma em alguns estabelecimentos de venda.

Tabela 1. Ingredientes utilizados na elaboração das salsichas de frango

	ST	SLD	SLI	SQ
Pele de frango	5,0	5,0	5,0	5,0
Frango	63,5	57,5	57,5	61,0
Toucinho	10,0	10,0	10,0	10,0
Gelo	15,0	15,0	15,0	15,0
Sal	1,5	1,5	1,5	1,5
Ptn de soja	1,0	0,5	0,5	0,5
Condimento salsicha	1,5	1,5	1,5	1,5
Fixador de cor	0,25	0,25	0,25	0,25
Sal de cura	0,3	0,3	0,3	0,3
Polifosfato	0,25	0,25	0,25	0,25
Fécula	2,0	1,0	1,0	1,0
Corante carmin	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
Fumaça líquida	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
Farinha linhaça desengordurada	0	7,5	0	0
Farinha linhaça integral	0	0	7,5	0
Quitosana	0	0	0	4,0

ST- Salsicha sem fibras alimentares, SLD- Salsicha com adição de farinha de linhaça dourada desengordurada, SLI- Salsicha com adição de farinha de linhaça dourada integral e SQ- Salsicha com adição de quitosana.

Análises microbiológicas

As análises foram realizadas nos dias 0º, 7º e 14º de armazenamento do produto a +4°C.

Para a contagem dos microrganismos mesófilos e contagem dos microrganismos psicotróficos foi utilizada a metodologia da American Public Health Association (2001).

Determinou-se *Staphylococcus* coagulase negativa e positiva, *Salmonella* SP, *Clostridium* sulfito redutor e contagem de coliformes a 45ºC **(**coliformes fecais) de acordo

com os Métodos Analíticos oficiais para análises microbiológicas para o controle de produtos de origem animal e água (2003) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Análises oxidativas

A determinação do pH foi realizada conforme descrito por Pastoriza e Sampedro (1994). As amostras (1g) foram homogeneizadas com 9 mL de água destilada e o pH foi mensurado usando um aparelho medidor de pH DMPH – 2 Digimed, previamente calibrado.

O grau de oxidação lipídica das amostras durante a armazenagem foi avaliado por meio da determinação d o índice de peróxidos, dienos conjugados e substâncias reativa ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), realizados na gordura previamente obtida pelo método de Bligh e Dyer (1959).

A quantificação do índice de peróxidos foi realizada de acordo com Champman e Mackay (1949) utilizando uma curva de Fe (III) e os resultados foram expressos em miliequivalentes de peróxidos por quilo de gordura (meq peróxidos/kg gordura).

Os valores de dienos conjugados foram realizados conforme metodologia de Recknagll e Glende (1984) utilizando como solvente o ciclohexano e a leitura de absorbância de 233nm. Os resultados estão expressos em 1mg lipid/ml de ciclohexano.

O TBARS foi realizado com a metodologia descrita por Buege e Aust (1978). As amostras foram homogeneizadas com KCl 1,15% e o sobrenadante incubado a 100ºC durante 15 minutos, em meio contendo tricloroacético e ácido tiobarbitúrico. Após a incubação, o álcool butílico foi utilizado para extrair o produto da reação que será determinado a 535 nm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas das salsichas de carne de frango com fibras estão expressos na Tabela 2. Quanto ao grupo de Coliformes Totais a 35°C, os

resultados encontrados não tiveram comparação com os valores preconizados na legislação vigente conforme a Resolução RDC nº12 de 02/01/01 (Brasil, 2001), pois essa diretriz não indica os limites toleráveis. Verificou-se que os tratamentos apresentaram contagens semelhantes, destacando que no dia 0, os tratamentos apresentaram uma contagem de 10^3 UFC/g e, no final da análise (14 dias), abaixo de 10^6 UFC/g. A presença de coliformes totais em água e alimentos pode não ser indicativa de contaminação fecal, porque participam desse grupo bactérias cuja origem não é exclusivamente entérica. Esse fato decorre da capacidade de colonização ambiental desses microrganismos, em especial, do solo. A presença de coliformes totais pode estar relacionada a práticas inadequadas de sanitização e processamento desses produtos, ou mesmo à sua recontaminação, após esses procedimentos (Landgraf, 1996).

Tabela 2. Análises microbiológicas de salsichas de carne de frango com adição de fibras alimentares.

Coliformes a 35ºC	0 dia	7º dia	14º dia
ST	$3,35 \times 10^3$	$8,8 \times 10^3$	$5,9 \times 10^5$
SLD	$6,87 \times 10^3$	$4,1 \times 10^3$	$4,07 \times 10^5$
SLI	$1,97 \times 10^3$	$11,7 \times 10^3$	$10,2 \times 10^6$
SQ	$1,55 \times 10^3$	$2,90 \times 10^3$	$6,15 \times 10^5$
Staphylococcus coagulase negativa	0 dia	7º dia	14º dia
ST	$1,1 \times 10^3$	$3,17 \times 10^4$	$2,29 \times 10^6$
SLD	$1,2 \times 10^3$	$7,12 \times 10^4$	$5,37 \times 10^5$
SLI	$1,1 \times 10^3$	$2,9 \times 10^3$	$5,97 \times 10^5$
SQ	$1,1 \times 10^3$	$5,2 \times 10^3$	$1,77 \times 10^6$
Mesófilos aeróbios	0 dia	7º dia	14º dia
ST	7×10^1	$9,2 \times 10^4$	$3,7 \times 10^7$
SLD	$1,1 \times 10^2$	$1,31 \times 10^6$	$3,47 \times 10^7$
SLI	$1,46 \times 10^3$	$1,95 \times 10^4$	$7,95 \times 10^7$
SQ	$1,50 \times 10^3$	$2,97 \times 10^5$	$6,77 \times 10^7$
Psicotróficos	0 dia	7º dia	14º dia
ST	$2,02 \times 10^3$	$2,42 \times 10^6$	$1,90 \times 10^8$
SLD	$1,49 \times 10^4$	$3,55 \times 10^6$	$8,65 \times 10^7$
SLI	$3,95 \times 10^3$	$8,3 \times 10^5$	$1,90 \times 10^8$
SQ	$4,45 \times 10^3$	$1,72 \times 10^6$	$1,10 \times 10^8$

ST- Salsicha sem fibras alimentares, SLD- Salsicha com adição de farinha de linhaça desengordurada, SLI- Salsicha com adição de farinha de linhaça integral e SQ- Salsicha com adição de quitosana.

As contagens de *Staphylococcus* coagulase negativa apresentaram valores semelhantes durante o período de armazenamento das salsichas de frango refrigeradas, indicando que as adições das fibras alimentares não apresentaram atividade antimicrobiana frente a esses microrganismos.

A contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva apresentou resultados < 1,00 UFC/g durante todo o período de armazenamento. Conforme a RDC nº 12 (Brasil, 2001) que aprova Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, a tolerância em embutidos cozidos para *Staphylococcus* coagulase positiva é de $3x10^3$ UFC/g. Portanto, todos os tratamentos mantiveram-se dentro do limite permitido no decorrer do armazenamento.

Para a contagem de bactérias mesófilas aeróbias, no dia 0, todos os tratamentos apresentaram contagem abaixo de 10^3 UFC/g. Entretanto, a partir do 7º dia o tratamento SLD apresentou uma contagem de $1,31 \times 10^6$ UFC/g. No final da análise, todas as amostras de salsichas apresentaram contagem acima de 10^7 UFC/g. A contagem total de bactérias mesófilas aeróbias é indicadora da qualidade higiênico-sanitária dos alimentos. Essa contagem detecta, em um alimento, o número de bactérias aeróbias e/ou facultativas e mesófilas (35 - 37° C), presentes tanto sob a forma vegetativa quanto esporulada (Silva, 2002).

A legislação não prevê um valor padrão para avaliar se a quantidade de bactérias nos alimentos o torna impróprio para o consumo. De acordo com Jay (2005) e Forsythe (2002), quando a quantidade é maior que 10^6 UFC/g do alimento, já é possível observar alterações detectáveis no alimento. De acordo com a ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods), o número de microrganismos aeróbios e mesófilos encontrado em um alimento tem sido um dos indicadores microbiológicos da qualidade dos alimentos, indicando se a limpeza, a desinfecção e o controle da temperatura durante o processo, transporte e armazenamento foram realizados de forma adequada. Essa determinação permite avaliar a provável vida útil do alimento e a falta de controle no descongelamento dos alimentos ou desvios na temperatura de refrigeração estabelecida (Silva, 2002).

As bactérias psicotróficas as quais são definidas como microrganismos que podem desenvolver-se a 7°C ou menos, independentes da temperatura ótima de crescimento, é um

grupo de bactérias mais expressivo em produtos que são conservados ou armazenados em condições de refrigeração por períodos relativamente longos (Collins, 1981). Avaliam o grau de deterioração de alimentos refrigerados ou tratados termicamente. Observou-se que a contagem de psicotróficos aumentou consideravelmente durante o armazenamento em temperatura refrigerada, independente do tratamento. Inicialmente, no tempo 0, a contagem apresentava abaixo de 10^4 UFC/g. Porém, no 14° dia a contagem aumentou para 10^8 UFC/g para a maioria das amostras.

Para coliformes a 45ºC, independente do tratamento, apresentaram valores < 1,00 UFC/g estando de acordo com o limite estabelecido pela RDC nº 12 (Brasil, 2001) de $5x10^3$UFC/g.

A presença de *Salmonella* em um alimento indica que houve falhas de assepsia e higiene, sendo algumas espécies capazes de sobreviver por até mais de um ano em alimentos com baixa atividade de água (Germano, 2003). Os surtos de *Salmonella* geralmente estão relacionados ao consumo de alimentos de origem animal, produtos de confeitaria recheados com cremes, gelatina desidratada, cacau, chocolate, coco, mariscos e molhos para saladas não industrializados (Fda, 2007). A *Salmonella* é um dos microrganismos mais frequentemente envolvido em casos de surtos de doenças de origem alimentar, em diversos países. Neste estudo não foi detectada a presença de *Salmonella* spp. Além disso, foram encontrados valores < 1,00 para *Clostridium* sulfito redutor nas amostras analisadas durante todo o período de estocagem. Esse resultado está de acordo com o definido pela RDC nº12 (Brasil, 2001) que estabelece resultado negativo para *Salmonella* em 25g de amostras e máximo de 5 x 10^2 UFC/g para *Clostridium* sulfito redutores.

Análises oxidativas

Como se pode verificar na Figura 1, o pH inicial apresentou maior que 6.0 para todas amostras, sendo que a salsicha com quitosana apresentou maior pH, 6.6 e a tradicional menor, 6.1, não houve diferença significativa entre as amostras ($p<0.05$). No sétimo dia, o pH de todas as amostras de salsichas permaneceu constante. No final da análise, 14º dia, o pH da salsicha com quitosana apresentou um aumento significativo ($p>0.05$), quando comparado ao pH das salsichas com as farinhas de linhaça integral e a desengordurada.

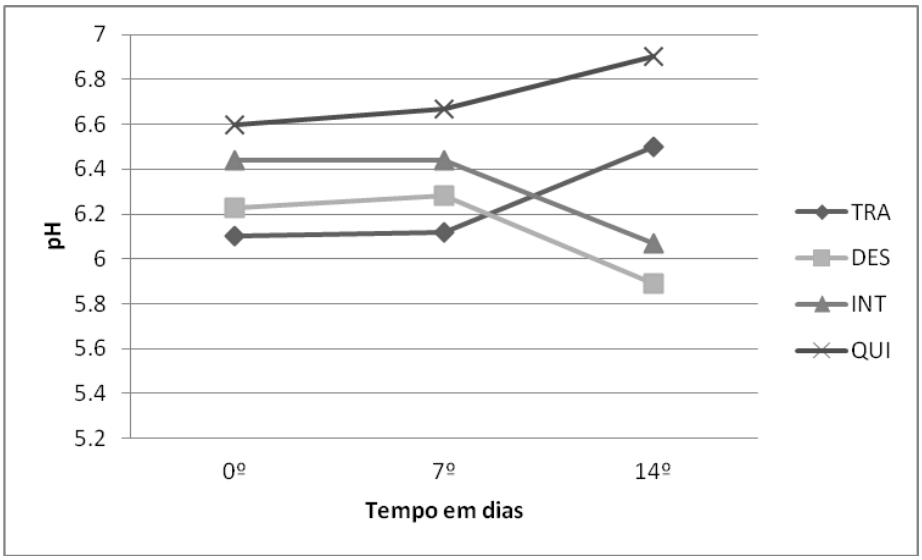

Figura 1- pH das salsichas de carne de frango elaboradas com fibras alimentares. TRA: salsicha tradicional, DES: salsicha com farinha de linhaça desengordurada, INT: salsicha com farinha de linhaça integral e QUI: salsicha com quitosana.

A variabilidade do pH das salsichas desde o dia zero ao 14º dia, foi 5.9 a 6.9. Estudo de Martins et al. (2011) apresentaram valores de pH para salsichas aproximado a este estudo, o pH das salsichas "hot dog" tradicional e de frango comercializadas em embalagem a vácuo, apresentaram uma média de pH igual a 6.27, que foi superior ao pH médio de 5.90 das salsichas "hot dog" comercializadas a granel. Durante a vida de prateleira de produtos cárneos, quedas no pH costumam ter como causa a acidificação provocada pelo crescimento de bactérias láticas, enquanto que o aumento resulta da presença de compostos alcalinos oriundos da decomposição proteica ou de metabólitos resultantes da ação de microrganismos deteriorantes (Mohan et al., 2008).

De acordo com a Figura 2, podemos observar o índice de peróxidos o qual é caracterizado como um método químico utilizado para avaliar a formação de hidroperóxidos, que são os produtos primários da oxidação. A maioria dos tratamentos apresentou uma curva típica de formação de peróxidos, com início, propagação e término. Observa-se um aumento nos valores de peróxidos nas salsichas tradicional, com quitosana e farinha de linhaça integral, o que é justificado pelo desenvolvimento de produtos primários da oxidação lipídica.

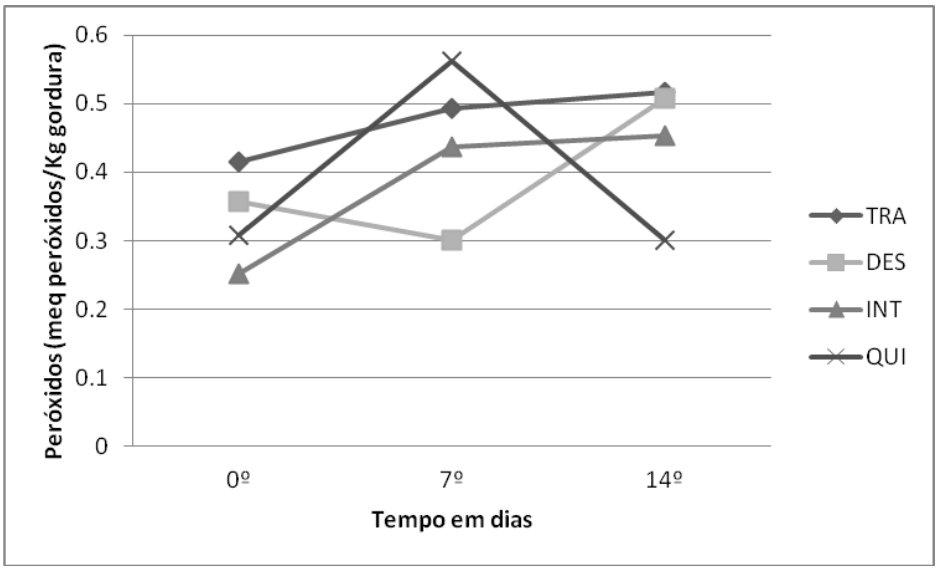

Figura 2- Índice de peróxidos das salsichas de carne de frango elaboradas com fibras alimentares. TRA: salsicha tradicional, DES: salsicha com farinha de linhaça desengordurada, INT: salsicha com farinha de linhaça integral e QUI: salsicha com quitosana.

A salsicha com adição de farinha de linhaça desengordurada apresentou uma diminuição de peróxidos no 7º dia, entretanto, no final dos 14 dias avaliados, obteve um aumento de valores de peróxidos. A salsicha com quitosana no 14º dia apresentou um decréscimo de peróxidos. Possivelmente, a partir desse período a taxa de degradação dos hidroperóxidos tenha sido superior à sua taxa de formação (Georgantelis et al., 2007), uma vez que, com a propagação da oxidação lipídica, os peróxidos que são altamente reativos, tendem a se decompor em produtos secundários ou reagir com outros compostos presentes nos alimentos (Bou et al., 2008). Os hidroperóxidos formados durante a oxidação são inodoros, porém eles se decompõem em compostos secundários voláteis e não-voláteis. Dentre esses, os aldeídos são os que mais contribuem para a perda do aroma natural das carnes devido a sua alta velocidade de formação. O odor desenvolvido nas carnes armazenadas sob refrigeração pode ser atribuído mais ao mascaramento do seu aroma natural resultante do aumento do conteúdo de odores desagradáveis no material armazenado, do que pela degradação do aroma original (Gray et al., 1996). Apesar dos valores de peróxidos variarem do tempo zero ao 14º dia de análise, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p<0.05$).

Na Figura 3, pode-se observar os valores de dienos conjugados das salsichas elaboradas. A oxidação dos ácidos graxos poli-insaturados ocorre com formação de hidroperóxidos e deslocamento das duplas ligações, com consequente formação de dienos conjugados (Jadhav et al., 1996). No tempo zero, a salsicha tradicional e a com farinha de linhaça desengordurada apresentaram maiores valores de dienos: 0.366 e 0.367 (respectivamente). Com o decorrer do tempo, a salsicha com farinha de linhaça integral e a com quitosana obtiveram um aumento nos valores de dienos, entretanto a salsicha com farinha de linhaça desengordurada diminuiu consideravelmente. Entretanto, a salsicha com quitosana foi a que apresentou menor valor de oxidação no 14º dia. A salsicha com farinha de linhaça integral e a tradicional apresentaram uma constância ao longo do tempo, sendo que a salsicha com farinha de linhaça um leve aumento e a tradicional com uma leve diminuição. A salsicha com farinha de linhaça desengordurada que havia diminuído no 7º dia aumentou novamente e obteve valores semelhantes a salsicha tradicional. As variabilidades no índice de dienos conjugados, as quais não diferiram estatisticamente ($p<0.05$), podem ser esclarecidas pelo fato de início na formação de produtos secundários de oxidação.

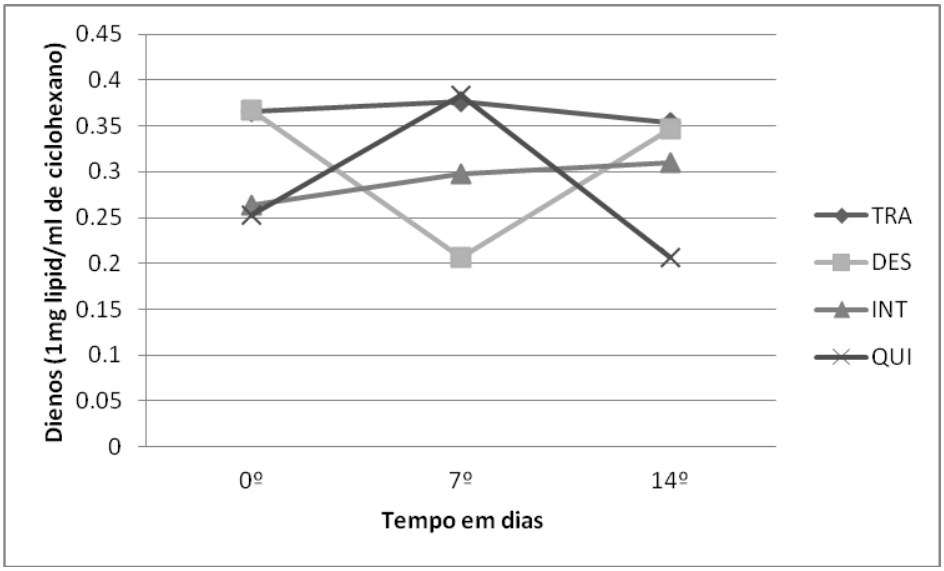

Figura 3- Valores de Dienos conjugados de salsichas de carne de frango elaboradas com fibras alimentares. TRA: salsicha tradicional, DES: salsicha com farinha de linhaça desengordurada, INT: salsicha com farinha de linhaça integral e QUI: salsicha com quitosana.

A figura 4 demonstra os valores de TBARS das salsichas produzidas.

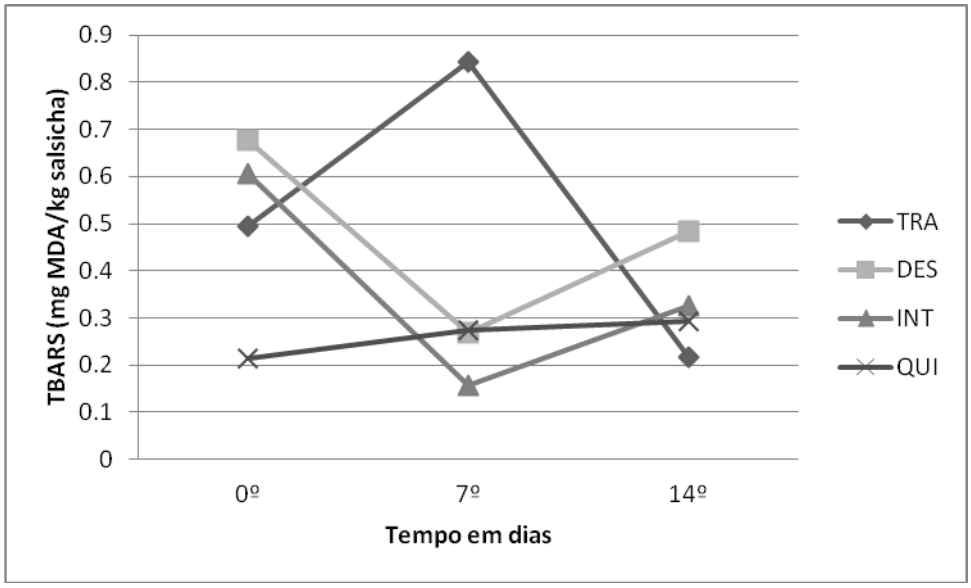

Figura 4- Valores de TBARS de salsichas de carne de frango elaboradas com fibras alimentares. TRA: salsicha tradicional, DES: salsicha com farinha de linhaça desengordurada, INT: salsicha com farinha de linhaça integral e QUI: salsicha com quitosana.

No tempo zero, a salsicha com quitosana apresentou menor valor e as salsichas com farinha de linhaça integral e com a desengordurada apresentaram maior índices, acima de 0,6 mg MDA/kg. Após 7 dias, houve um decréscimo ($p<0.05$) de TBARS para abaixo de 0.3 mg MDA/kg nas salsichas com farinhas de linhaça; entretanto, a salsicha tradicional aumentou de 0.5 a 0.85 mg MDA/kg. No final da análise, a salsicha tradicional apresentou menor valor de TBARS, 0.22 mg MDA/kg e a farinha de linhaça desengordurada maior, 0.48 mg MDA/kg. A salsicha com quitosana foi a que permaneceu mais constante durante a análise. Trindade et al. (2008) apontam que odores de ranço podem ser detectados por provadores treinados e não treinados na faixa de 0.5-1.0 e 0.6-2.0 mg MDA/kg de amostra, respectivamente. Greene e Cumuze (1982) relataram como 2.0 mg MDA/kg e Al-Kahtani et al. (1996), como 3.0 mg MDA/kg o limite máximo aceitável de malonaldeído em produtos cárneos, acima do qual o flavour de oxidação começa a ser detectado sensorialmente. No período de 14 dias avaliados, nenhuma amostra de salsicha apresentou valores maiores que 0.85 mg MDA/kg.

CONCLUSÃO

Verificou-se que as salsichas de carne de frango elaboradas com fibras alimentares armazenadas por 14 dias a 4ºC simulando condições de comercialização em supermercados varejistas apresentaram-se dentro dos limites de tolerância estabelecidos pela Legislação brasileira para análise microbiológica e uma boa estabilidade oxidativa durante sua vida-de-prateleira analisada, principalmente nos primeiros dias de análise, tempo recomendado para o consumo de salsicha refrigerada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as empresas Cisbra®, localizada em Panambi no Rio Grande do Sul, a Selachi® Ind. Com. Imp. Exp. Ltda, de Fortaleza no Ceará e a Bremil® Indústria de Produtos Alimentícios, do município de Lajeado no Rio Grande do Sul, Brasil.

REFERÊNCIAS

AL-KAHTANI, H. A; ABU-Tarboush, H.M; BAJABER, A.S; ATIA, M; ABOU-ARAB, A.A; MOJADDIDI, M.E. Chemical changes after irradiation and post-irradiation in tilapia and Spanish mackerel. **Journal of Food Science,** v. 61, n.4, p. 729−733, 1996.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 2001. Compedium of methods for the microbiological examination of foods. 4 th ed. Washington: Apha. 676 p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos Teoria e Prática**. 5. ed. Viçosa: Ed UFV, 2011. 601p.

BARRETO NSE, VIEIRA RHF. *Salmonella* versus manipuladores de alimentos: Um fator de risco para os consumidores. Hig Aliment. 2000; 14(72):53-9.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of biochemistry and physiology,** v. 37, n.8, p.911-917, 1959.

BOU, R. et al. Determination of hydroperoxides in foods and biological samples by the ferrous oxidation–xylenol orange method: A review of the factors that influence the method's performance. **Analytical Biochemistry**, v. 377, p. 1-15, 2008.

BRANNEN, A.L.; DAVIDSON, P. M.; SALMINEN, S. **Food Additives**. New York: Marcel Dekker, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000 – Anexo IV – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela, Linguiça, Salsicha, Almôndega, Hambúrguer e Fiambre. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, publicado em 5 de abril de 2000.

_____. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para alimentos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasíla, DF, 10 jan. 2001. Seção I, nº7-E.p.45-53.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 62, de 26 de Agosto de 2003. Métodos Analíticos oficiais para análises microbiológicas para o controle de produtos de origem animal e água. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder executivo, Brasília, DF, 18 set. 2003. Seção I, p.4-50.

BUEGE, J. A.; AUST, S. D. Microssomal lipid peroxidation**. Methods in Enzymology,** v.52, p. 302–310, 1978.

CHAPMAN, R.A.; MACKAY, K. The estimation of peroxides in fats and oils by the ferric thiocyanate method. **The Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 26, p. 360-363, 1949.

COLLINS EB. Heat resistant psychrotrophic microrganisms. Journal of Dairy Science. 1981; 64, (1): 157-160.

DECKER, E.A.; PARK, Y. Healthier meat products as functional foods. **Meat Science**, v.86, n.1, p. 49–55, 2010.

Fda/Cfsan - United States Food and Drug Administration. Center for Food Safety and Applied Nutrition. Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook "Bad Bug Book". Maryland: FDA, 2007. Disponível em: <http://www.cfsan.fda.gov/~mow/ chap1.html>.

FORSYTHE SJ. Microbiologia da segurança alimentar. Trad. Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt, Porto Alegre: Artmed, 2002.

GEORGANTELIS, D; AMBROSIADIS, I., KATIKOU, P., BLEKAS, G., GEORGAKIS, S.A Effect of rosemary extract, chitosan and α-tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4ºC. **Meat Science,** v.76, p. 172-181, 2007.

Germano PML, Germano MIS. Higiene e vigilância sanitária de alimentos: qualidade das matérias-primas; doenças transmitidas por alimentos; treinamento de recursos humanos. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Varela, 2003.

GIUNTINI, E.B; LAJOLO, F.M; MENEZES, E.W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición,** v. 53, n. 1, p. 1-7, 2003.

GRAY, J. I., GOMAA, E. A.; BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science,** v. 43, n. 1, p. 111-123, 1996.

GREENE, B.E.; CUMUZE, T.H. Relationship between TBA numbers and inexperienced panelist's assessments of oxidized flavor in cooked beef. **Journal of Food Science,** v. 47, p. 52–58, 1982.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009, 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aquisicao/po20082009_aquisicao.pdf>. Acesso em 09 set. 2013.

JADHAV, S. J.; NIMBALKAR, S. S.; KULKARNI, A. D.; MADHAVI, D. L. Lipid oxidation in biological and food systems. In: MADHAVI, D. L.; DESHPANDE, S. S.; SALUNKE, D. K. **Food antioxidants** – technological, toxicological and health perspectives. USA: Marcel Dekker Inc, 1996. cap. 2, p. 5-63.
Jay JM. Microbiologia de alimentos. 6º ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
Landgraf M. Microrganismos Indicadores. In: Franco BDGM, Landgraf M. Microbiologia dos alimentos, São Paulo: Atheneu, 1996, p.27-31.

MARTINS, L.L; SANTOS, I. F; FRANCO, R.M; OLIVEIRA, L.A.T; BEZZ, J. Determinação de pH e atividade de água (Aa) e sua inter-relação com o perfil bacteriológico de salsichas tipo "hot dog" comercializadas nos municípios do Rio de Janeiro e Niterói – RJ. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 18, n. 2/3, p. 92-96, 2011.

MARTINS, L.L; SANTOS, I. F; FRANCO, R.M; OLIVEIRA, L.A.T; BEZZ, J. Avaliação do perfil bacteriológico de salsichas tipo "hot dog" comercializadas em embalagens a vácuo e a granel em supermercados dos municípios Rio de Janeiro e Niterói, RJ/Brasil. Revista do Inst. Adolfo Lutz, v. 67, n. 3, p. 215-220, 2008.

MOHAN, C.O.; RAVISHANKAR, C.N.; SRINIVASAGOPAL, K. Effect of O2 scavenger on the shelf-life of catfish *(Pangasius sutchi*) steaks during chilled storage. **Journal of Science Food Agriculture**, v. 88, p. 442–448, 2008.

PASTORIZA, L.; SAMPEDRO, G. Influence of ice storage on Ray (*Raja clavate*) wing muscle. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 64, n. 1, p. 09-18, 1994.

RECKNAGEL, R. O; GLENDE, E. A .J. R . Detecção por espectrofotometria de dienos conjugados lipídicas. **Methods Enzymology**, v. 105, p- 331-7, 1984.

SILVA MC. Avaliação da qualidade microbiológica de alimentos com a utilização de metodologias convencionais e do sistema simplate [dissertação de mestrado]. Piracicaba (SP): Universidade de São Paulo; 2002.

TRINDADE, M. A.; NUNES, T. P.; CONTRERAS-CASTILLO; FELÍCIO, P. E. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a -18ºC. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** v. 28, n. 1, p. 160-168, 2008. BAU, Tahis Regina; DIAS, Cristiane de Abreu; ALFARO, Alexandre da Trindade. Avaliação da qualidade química e microbiológica de salsichas tipo Viena. **Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)**, São Paulo, v. 71, n. 1, 2012 . Available from<http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552012000100032&lng=en&nrm=iso>. access on 21 Nov. 2014.

MANUSCRITO 6

Salsicha de frango com quitosana e farinha de linhaça dourada como fonte proteica na dieta de ratos

RESUMO

Objetivou-se avaliar a qualidade proteica de salsichas de frango elaboradas com quitosana e farinha de linhaça dourada desengordurada através da resposta biológica em ratos. Foram utilizados ratos machos *Wistar* alimentados por um período de 28 dias com as seguintes dietas experimentais: dieta aprotéica, dieta com caseína e dietas-testes, onde a caseína foi substituída por farinha de salsicha tradicional (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD). Foram avaliados o ganho de peso dos animais, consumo alimentar, coeficiente de qualidade proteica (PER), razão protéica líquida (NPR) e digestibilidade verdadeira (DV). O ganho de peso e o consumo alimentar foram maiores nos grupos que receberam farinha de salsicha. O PER variou de 2.33 (caseína) a 1.74 (SLI) e o NPR de 2.65 (caseína) a 1.53 (SLI). A DV apresentou porcentagens maiores que 96%. Verificou-se que as farinhas de salsichas oferecidas aos animais apresentaram menor eficiência protéica que a caseína, entretanto possuem uma qualidade protéica média e excelente digestibilidade verdadeira.

PALAVRAS-CHAVES: Qualidade dos alimentos, Digestibilidade, Nutrição, Proteína, Ratos.

INTRODUÇÃO

A carne é um alimento que contém vitaminas, minerais, lipídios e proteínas de alto valor biológico. A porcentagem de proteína em 100g de carne varia em média de 20 a 30%. Os produtos à base de carne bovinae de difer entes espécies animais possuem na sua composição a gordura (toucinho ou pele de frango), proteína de soja, especiarias, amido,

fécula entre outros. Nestes, se incluem a salsicha que é um dos produtos cárneos mais tradicionais em todo o mundo (AYO et al., 2008). No Brasil, a salsicha é o segundo embutido em aquisição *per capita*, com média de 1,154Kg por ano (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010). A crescente demanda do consumo de alimentos ultraprocessados, e uma dieta de baixa concentração de nutrientes e fibras alimentares, as indústrias estão reformulando seus produtos ao adicionar alguns ingredientes e reduzindo ou omitindo outros dando novas características a produtos comercialmente tradicionais. Esta ideia parte com a intenção de agregar valor de alimento mais saudável, com escopo para aumentar suas vendas e atender a demanda do consumidor. A incorporação de fibras dietéticas nos produtos alimentares pode modificar as propriedades de textura, sinerese e estabilizar emulsões ricas em gordura (ELLEUCH et al., 2011). A presença de fibras dietéticas e a sua interação com a proteína em um produto, pode reduzir a acessibilidade do organismo a absorver e aproveitar essa proteína do alimento, o que resulta em menor digestibilidade (GALLAND-IRMOULI, 1999).

A quitosana é uma fibra de origem animal preparada a partir da desmineralização, desproteinização e despigmentação da quitina. A quitina é retirada de carapaças de crustáceos como a lagosta, siri, camarão e caranguejo, assim como de algas, leveduras e alguns insetos. Estudos relacionam a quitosana a seu efeito no auxílio da obesidade e melhora no perfil lipídico (ZHANG et al. , 2008). A linhaça é um alimento que está sendo incluído na alimentação, por sua semente ser rica em fibras alimentares e fonte dos ácidos graxos poliinsaturados α-linolênico (ALA, 18:3n-3) e linoléico (AL, 18:2n-6), nutrientes que auxiliam na prevenção de doenças cardiovasculares, diabetes e câncer, bem como na redução de processos inflamatórios e doenças autoimunes (SIMOPOULOS, 2008).

Estudos avaliam a qualidade protéica de diferentes grupos alimentares. Entretanto, apesar do conhecimento que as carnes possuem uma excelente qualidade protéica, pouco se compreende sobre os produtos a base de carne em sua composição. Para avaliar a qualidade proteica de alimentos e produtos comestíveis são utilizados animais em fase de crescimento, pela proximidade metabólica em humanos, e por possuírem a mesma eficiência na digestão e absorção das proteínas ingeridas (FAO, 1989).

Com o intuito de desenvolver salsichas de frango com quitosana e farinha de linhaça dourada como opção em ofertar ao consumidor um produto cárneo com fibras alimentares e

de boa qualidade nutricional, objetivou-se avaliar a qualidade protéica dessas salsichas no metabolismo em ratos jovens recém desmamados, ao incorporar na dieta desses animais as salsichas em forma de farinha como fonte proteica.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Bem Estar Animal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) sob protocolo de nº 125/2011 desenvolvido nos laboratórios do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil.

Elaboração das salsichas

As amostras de frango (coxa, sobrecoxa e peito) utilizadas na elaboração das salsichas foram adquiridas em um estabelecimento comercial do município de Santa Maria-RS. A farinha de linhaça dourada integral e desengordurada foi cedida pela Cisbra®, Panambi, Rio Grande do Sul, Brasil. A quitosana foi doada pela Selachi® Ind. Com. Imp. Exp. Ltda, Fortaleza, Ceará, Brasil. Os demais ingredientes para elaboração das salsichas foram fornecidos pela Bremil® Indústria de Produtos Alimentícios, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil.

Os ingredientes comuns utilizados na elaboração da salsicha foram: pele de frango (5,0%), toucinho (10%), gelo (15%), sal (1,5%), proteína texturizada de soja (1,0%), condimento para salsicha (1,5%), fixador de cor (0,25%), sal de cura (0,3%), polifosfato (0,25%), corante carmin (0,0010%) e fumaça líquida (0,0014). Houve variabilidade na porcentagem de frango, fécula de mandioca e fibras alimentares adicionadas nas salsichas. A salsicha sem fibras alimentares (ST) foi adicionada 63,5% de frango e 2% de fécula. A salsicha com quitosana (SQ) foi 61% de frango, 1% de fécula e 4% de quitosana. A salsicha com farinha de linhaça integral (SLI) e a salsicha com farinha de linhaça desengordurada (SLD) com 57,5% de frango, 1% de fécula e 7,5% de farinha de linhaça.

A partir da composição química da quitosana, farinha de linhaça dourada integral e desengordurada foram definidas as formulações dos salsichas com a quantidade de fibra

alimentar adicionada em cada formulação. As diferenças nas proporções de fibras adicionadas nas formulações ocorreram devido à porcentagem de fibra alimentar na matéria-prima. A quitosana possui 77,32% de fibra total (50,92% de fibra insolúvel e 26,44% de fibra solúvel), a farinha de linhaça integral tem 40,77% de fibra total (39,63% de fibra insolúvel e 4,24% de fibra solúvel) e a farinha de linhaça desengordurada tem 44,91% de fibra total (36,66% de fibra insolúvel e 8,25% de fibra solúvel). Cada formulação foi calculada de modo que apresentassem 3g de fibra alimentar em 100g no produto pronto. Inicialmente, a coxa, sobrecoxa e o peito de frango foram desossados. A carne de frango, toucinho e a pele foram triturados no cutter com sal e metade do gelo e polifosfato dissolvido. Adicionou-se a seguir: proteína de soja, condimentos, carmim, outra metade do gelo, a quitosana ou a farinha de linhaça, fécula, fumaça e fixador de cor. Posteriormente, embutiram-se as salsichas em tripa artificial de celulose com 22 mm de diâmetro. A seguir, amarrou-se em gomos de 10 cm e foram pasteurizadas a 80°C em banho-maria até atingir 72ºC de temperatura interna das peças. Ao final do cozimento, as amostras foram imediatamente resfriadas em banho de água gelada, retirada a tripa, embaladas e estocadas a -18ºC. A salsicha em estudo teve teste de aceitabilidade.

As salsichas foram retiradas do freezer, descongeladas, divididas em pequenos quadrados e submetidas à secagem em estufa de ar circulante, à temperatura de 55±5ºC, durante 48 horas. Posteriormente, trituradas para obtenção da farinha de salsicha para uso nas rações dos animais. As farinhas foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos rotulados e mantidas em freezer (-18ºC) até o preparo das dietas experimentais.

Análise da composição química

Os teores de proteínas, lipídios, cinzas e umidade foram determinados em triplicata nas farinhas de salsicha. O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl. No cálculo de conversão de nitrogênio em proteínas, foi utilizado o fator 6,25 (AOAC, 1995). O percentual de lipídios foi determinado pelo método Bligh & Dyer (1959). O teor de umidade foi quantificado pelo método de secagem em estufa com circulação de ar a 105°C. A determinação de cinzas das amostras foi realizada através da incineração em mufla à temperatura de 550 °C (AOAC, 1995). Os resultados foram utilizados para o cálculo das

quantidades de farinhas de salsicha a ser adicionadas na formulação das dietas experimentais.

O teor de carboidratos das dietas experimentais foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de água, proteína, lipídeos totais e cinzas. Os valores de carboidratos incluem a fibra alimentar total.

O valor energético das dietas ofertada aos animais foi calculado a partir dos teores de proteínas, lipídios e carboidratos considerando 4Kcal/g para proteínas e carboidratos e 9Kcal/g para lipídios.

Dietas experimentais

As dietas experimentais foram elaboradas baseando-se na dieta-padrão da AIN 93G (REEVES et al., 1993). Foram preparadas as seguintes dietas: dieta aprotéica, dieta com caseína e dietas-testes, onde a caseína foi substituída, como fonte de proteína, por farinha de salsicha tradicional (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ) farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD). Todas as dietas, exceto a aproteica, foram ajustadas de modo a apresentarem os mesmos teores de proteínas, lipídios e energia, sendo que os ajustes consistiram adequar a quantidade adicionada de amido de milho e/ou de óleo de soja.

Todos os ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais estão demonstrados na Tabela 1. Os ingredientes eram do mesmo lote, pesados em balança semi-analítica, misturados manualmente em vasilhas plásticas e peneirados por 3 vezes, para perfeita homogeneização e uniformidade dos ingredientes. As dietas foram identificadas e armazenadas no freezer a uma temperatura de -18 ºC até o momento do consumo pelos animais. As rações foram elaboradas semanalmente para minimizar a oxidação lipídica, foram ofertadas aos animais em forma de pó.

Animais e condução experimental

Foram utilizados 42 ratos machos, da linhagem *Wistar*, recém desmamados, com média de 26 dias de idade, peso médio de 85g, provenientes do Biotério da Universidade Federal de Santa Maria. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em seis grupos, sendo que cada grupo foi composto de sete animais. Foram alocados em gaiolas individuais, em ambiente de temperatura controlada a 22±1°C e ciclo de 12 horas claro/escuro. Permaneceram por um período de 05 dias de adaptação para depois iniciar a intervenção do tratamento por um período de 28 dias de ensaio biológico, durante os quais receberam água e suas respectivas dietas experimentais *ad libitum.*

Os animais eram pesados a cada 5 dias e o consumo de ração verificado diariamente. As fezes foram coletadas durante 05 dias e armazenadas em recipientes individuais para cada animal, e mantidas sob refrigeração para análise da digestibilidade verdadeira.

Avaliação biológica da qualidade protéica

A qualidade protéica das dietas foi avaliada por meio da determinação do coeficiente de eficácia protéica (PER), razão protéica líquida (NPR) e digestibilidade verdadeira (DV). O PER foi determinado pela expressão que relaciona o ganho de peso (g) do grupo teste em relação à proteína ingerida por este, através da seguinte fórmula (AOAC, 1975):

$$PER = \frac{\text{ganho de peso(g) do grupo teste}}{\text{proteína consumida (g) pelo grupo teste}}$$

A proteína consumida foi calculada de acordo com o consumo alimentar dos animais e equivalência de proteína adicionada na dieta. O coeficiente de eficácia proteica relativo (PERR) foi determinado considerando como 100% o resultado de PER da dieta de padrão (caseína).

A NPR foi determinada pelo ganho de peso do grupo-teste mais a perda de peso do grupo de dieta aprotéica, em relação ao consumo de proteína do grupo-teste, de acordo com a fórmula (BENDER & DOELL, 1957):

$$NPR = \frac{\text{ganho de peso(g) do grupo teste + perda de peso (g) do grupo aprotéico}}{\text{proteína consumida (g) pelo grupo teste}}$$

A razão proteica líquida relativa (NPRR) foi determinada considerando como 100% o resultado de NPR da dieta padrão (caseína).

A digestibilidade verdadeira (DV) foi determinada a partir da coleta das fezes dos animais em recipiente individual para cada animal, as quais foram mantidas sob refrigeração até o final do ensaio. No final do ensaio biológico, as fezes foram secas em estufa a 105°C, por 24h, resfriadas no dessecador, pesadas e trituradas. A umidade e o teor de nitrogênio (microKjeldahl) foi quantificado de acordo com método da Aoac (1995). A digestibilidade verdadeira foi calculada medindo-se a quantidade de nitrogênio ingerido na dieta, a quantidade excretada nas fezes e a perda metabólica nas fezes, estimada pela quantidade de nitrogênio excretada pelos ratos alimentados com a dieta aprotéica (AOAC, 1975):

$$DV = \frac{I - (F - FK)}{I} \times 100$$

DV = digestibilidade verdadeira;

I = nitrogênio ingerido pelo grupo com dieta teste;

F = nitrogênio fecal do grupo com dieta teste e

FK = nitrogênio fecal do grupo com dieta aprotéica.

Dosagem dos parâmetros bioquímicos e retirada dos órgãos

Ao final do experimento, após os animais permanecerem em jejum de 12 horas, foram anestesiados com xilazina e quetamina na concentração, respectiva, de 200mg/150mg por kg de peso corporal. A coleta de sangue para análises, foi por punção cardíaca, centrifugado para obtenção do soro, e conservado sob refrigeração (4ºC) até as análises

bioquímicas de Albumina e Proteínas Totais. As análises foram por kits enzimáticos colorimétricos Labtest® e a leitura realizada em espectrofotômetro.

Delineamento experimental e Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de Análise de variância (Anova), a fim de verificar se existe diferença entre os grupos experimentais. Para comparação entre as médias, foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição química das farinhas de salsicha

Os valores de umidade, proteína, lipídio e cinzas das farinhas de salsicha estão expressos na Tabela 2. A porcentagem de umidade foi maior nas farinhas de salsicha ST (36,35) e SLI (37,36) ($p<0,05$) diferindo da SQ (34,65) e SLD (34,05). A umidade superior na ST pode ser elucidada pela maior proporção de carne de frango adicionada durante a elaboração. A salsicha ST foi elaborada com 63,5% de frango, a SQ com 61% e a SLI e SLD com 57,5%. Em relação a SLI, a farinha de linhaça dourada integral apresentou maior proporção de umidade (9,20%) que as demais fibras alimentares (quitosana e farinha de linhaça dourada desengordurada), que contribuiu neste resultado. O teor de proteína foi maior no SLD (47,56) e diferiu dos demais ($p<0,05$). Este aumento pode ser atribuído à farinha de linhaça desengordurada adicionada a salsicha, que apresentou maior quantidade de proteínas (23,57%) que as demais fibras alimentares. Não foi observada diferença entre o lipídio das farinhas de salsicha. Garcia et al. (2001) avaliaram a composição de farinhas de charque cru e cozido dessalgados que apresentou teor de proteína de 74,2% e 81,1 %, respectivamente, e de lipídios 20,06% e 13,52%, Negrão et al. (2005) avaliaram carne de frango mecanicamente separada desengordurada e peito de frango, e encontraram um teor

proteico de 84,3% e 77,3%, respectivamente, e 2,87% e 12,42% de lipídios. O teor de cinzas foi maior nas farinhas ST (11,11) e SQ (10,88), diferindo ($p<0,05$) das farinhas de salsicha elaboradas com a linhaça SLD (7,02) e SLI (9,90) (Tab. 2). Esta diferença de cinzas pode ser pela quantidade de carne de frango adicionada durante a elaboração das salsichas.

A Tabela 3 demonstra o ganho de peso, o consumo total e ingestão de proteínas dos animais alimentados com diferentes tipos de farinhas de salsichas. Em relação à média de ingestão da ração foi observado que os animais tratados com a proteína da caseína (450,00g) foi inferior ($p<0,05$) em relação aos grupos das farinhas com salsicha ST (627,18g), SQ (675,98g), SLD (639,94g) e SLI (699,10g) os quais não mostraram diferença entre eles, assim como o ganho de peso também não mostrou diferença entre os grupos ST (177,27g), SQ (198,77g), SLD (191,41g) e SLI (182,68g) ($p> 0,05$). O mesmo se refletiu no grupo caseína com ganho de peso inferior (156,73g) ($p<0,05$) quando comparados aos grupos tratados com as farinhas das salsichas. Pode-se dizer que os animais apreciaram sensorialmente as farinhas de salsicha permitindo ganho de peso proporcional a ingestão.

Os animais dos grupos SQ (101,40g) e SLI (104,87g) consumiram mais proteína em relação ST (94,08) e SLD (95,99), o grupo da caseia (67,50g) mostrou a menor quantidade de proteína ingerida. Esta diferença condiz com o volume de ração ingerida em quantidade menor ($p<0,05$) pelos animais tratados com caseína. Corroborando com este estudo, Negrão et al. (2005) avaliaram a qualidade da proteína de carne de frango mecanicamente separada e desengordurada, e peito de frango onde também encontraram valores de ganho de peso, consumo de ração, o consumo de proteína menores para o grupo alimentado com caseína. A caseína por ser a fonte protéica recomendada para os roedores apresenta maior eficiência alimentar, os animais precisam comer menos dieta para ter o mesmo ganho de peso que os animais que receberam outras fontes de proteínas menos eficientes.

Analisando os resultados apresentados na tabela 4, observa-se que o PER, RPER, NPR e RNPR. O PER relaciona o ganho de peso dos animais com a quantidade de proteína consumida. O grupo que recebeu dieta contendo caseína apresentou maior PER e diferiu ($p<0,05$) dos demais grupos, quando o PER variou entre 1,74 (SLI), 1,89 (ST), 1,96 (SQ) e 1,99 (SLD). Contrariando este estudo, Hautrive (2008) não encontrou diferenças no PER comparando a caseína com farinhas de carnes de avestruz, bovina, suína e de frango, apresentando valores que variaram de 2,29 a 2,48. Friedman (1996) considera que um PER

abaixo de 1,5 seria uma proteína de baixa qualidade, 1,5 a 2,0 uma proteína de qualidade mediana e acima de 2,0 uma proteína de alta qualidade nutricional. Baseado neste autor, as farinhas de salsicha, independente se possuem fibras ou não apresentaram uma média qualidade protéica.

O PERR foi menor no SLI e diferiu ($p<0,05$) dos demais grupos. Esta diferença pode ter ocorrido pois apesar dos animais que receberam SLI não apresentar o maior ganho de peso foram os que consumiram mais ração.

O NPR que relaciona o ganho de peso dos animais do grupo teste com a perda de peso do grupo com dieta aproteica e o consumo de proteína do grupo teste foi maior nos grupos de SLD e SQ, variando de 1,76 máximo (SLD) a 1,53 min (SLI). Apesar dos animais que receberam farinhas de salsicha apresentarem maior ganho de peso e de consumo alimentar, tiveram menor valor de PER e NPR que a caseína. Observa-se com isso que para os animais obterem um ganho de peso e crescimento normais precisaram consumir mais ração que o grupo que recebeu a caseína, que é a proteína de referência e possui maior eficiência protéica no metabolismo dos roedores.

NEGRÃO et al. (2005), encontraram valores maiores de NPR que este estudo, para carne mecanicamente separada desengordurada de frango e peito de frango, valores de NPR de 3,19 e 3,68, respectivamente. Garcia et al. (2001) demonstrou valores de NPR semelhantes a esta pesquisa, para a caseína NPR de 2,26 e para as farinhas de charque crus ou cozidos, 1,67 e 1,89, respectivamente. O NPRR apresentou valores que variaram na faixa de 53,87% (SLI) e 66,47% (SLD) para as farinhas de salsicha e diferiram ($p<0,05$) da caseína (100%).

A DV foi semelhante entre os grupos e apresentaram porcentagens acima de 96%. Ratificando Hautrive (2008) também encontrou para a carne bovina, suína, frango e avestruz uma digestibilidade verdadeira semelhante a caseína e acima de 90%. Usydus et al. (2009) analisaram a digestibilidade de um produto preparado com peixe, encontraram valores variando 90,6 a 98,7%.

Boisen et al. (2001) verificaram a digestibilidade de diferentes variedades de arroz, encontraram valores que variaram de 92,5% a 98,8%. Ranhotra et al. (1993) encontraram uma digestibilidade de 84,3% para quinoa. A digestibilidade de produtos vegetais são menores que a digestibilidade animal. As proteínas vegetais têm mais fatores anti-

nutricionais que contribuem para a diminuição da digestibilidade de fitatos, taninos e inibidores da protease (YADAV & KHETARPAUL, 1994). A maioria das proteínas de origem animal tem boa digestibilidade, o que significa que a absorção é mais eficiente de aminoácidos. As fontes vegetais são geralmente inferiores, porque eles têm estruturas mais organizada, que apresentam fatores antinutricionais e, portanto, são mais que são resistentes ao ataque enzimático (CARIAS et al., 1985). A quitosana e as farinhas de linhaça adicionadas nas salsichas não diminuíram a digestibilidade quando comparadas com a formulação sem fibras.

As concentrações de albumina sérica e proteínas totais dos animais não teve variação entre os tratamentos e são demonstrados na Figura 1. A albumina variou de 2,7 a 3,2 mg/dl e as proteínas totais de 4,2 a 6,6 g / dl. Mitruka & Rawnsley (1977) demonstram os seguintes valores de referência para ratos machos da linhagem wistar: albumina 2,7 a 5,1g/dl e para proteínas totais 4,7 a 8,15 g/dl. Deste modo, todos os grupos de animais independente da dieta apresentaram concentrações adequadas de albumina e proteínas totais.

CONCLUSÃO

As dietas experimentais contendo diferentes tipos de farinhas de salsicha proporcionaram crescimento e desenvolvimento normais nos animais. Verificou-se que as farinhas de salsicha tradicional, com quitosana e farinhas de linhaça dourada apresentaram menor valores de PER e NPR que a caseína, entretanto possuem uma qualidade média proteica. A DV foi semelhante a caseína. Além disso, de acordo com a albumina e proteínas totais foi observado que os animais apresentaram um aporte protéico adequado e mantiveram-se saudáveis.

Portanto, permite-se concluir que apesar das farinhas de salsicha proporcionar menor eficiência proteica, quando comparadas a caseína, possuem uma média qualidade protéica e com ótima digestibilidade verdadeira, o que demonstra que a proteína consumida por meio das farinhas de salsicha apresentaram bom aproveitamento pelo metabolismo dos animais, o que pode ser uma alternativa de consumo pela população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS (AOAC) .Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists, Washington: AOAC, 1975. 1094p.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis. 15th ed., Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. 1995.

AYO, J., CARBALLO, J., SOLAS, M. T., JIMÉNEZ-COLMENERO, F. (2008). Physicochemical and sensory properties of healthier frankfurters as affected by walnut and fat content. Food Chemistry, 107, 1547-1552.

BENDER, A. E, DOELL, B. H. Note on the determination of net protein utilization by carcass analysis. **British Journal of Nutrition**, v. 11, p. 138-143, 1957.

BLIGH, E.G., DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of biochemistry and physiology**, v.37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BOISEN, S. et al. Comparative protein digestibility in growing rats of cooked rice and protein properties of indica and japonica milled rices. **Journal Cereal Science**, v. 33, p. 183-191, 2001.

CARIAS, D. et al. Grado de concordancia entre la digestibilidad de proteínas animales y vegetales medidas in vivo e in vitro y su efecto sobre el cómputo químico. **Archives Latinoamericanos Nutrition**, v. 45, n. 2, p. 111-116, 1995.

ELLEUCH, M. et al. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v.124, p. 411-421, 2011.

FAO. Recent developments in protein quality evaluation. Disponível em: <www.fao.org/docrep/U5900t/u5900t07.htm>. Acesso em 13 nov 2013.

FRIEDMAN M. Nutritional value of proteins from different food sources. A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, n. 1, p.6-29, 1996.

GALLAND-IRMOULI, A.V. et al. Nutritional value of proteins from edible seaweed Palmaria palmata (Dulse). **Journal Nutrition Biochemistry**, v. 10, n. 6, p. 353-359, 1999.

GARCIA, F. A, et al. Intermediate moisture meat product: biological evaluation of charqui meat protein quality. **Food Chemistry**, v.75, p. 405-409, 2001.

HAUTRIVE, T. P. Avaliação biológica e físico química da car ne de avestruz (*Struthio camelus*) e seu
efeito os paramêtros bioquímicos em ratos. Dissertação apresentada ao Programa de Pós - graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009, 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aquisicao/po20082009_aquisicao.pdf>. Acesso em 09 set. 2013.

MITRUKA BM, RAWNSLEY HM. 1977. Clinical biochemical and hematological reference values in normal experimental animals. 65 p. Masson Publ. Co., New York, USA.

NEGRÃO, C. C. et al. Biological evaluation of mechanically deboned chicken meat protein quality. Food Chemistry, v. 90, n.4, p. 579-583, 2005.

RANHOTRA, G.S. et al. Composition and protein nutritional quality of quinoa. **Cereal Chemistry**, v. 70, n. 3, p. 303-305, 1993.

REEVES, P. G. et al. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. **The Journal of Nutrition,** v. 23, n. 11, p.1939-1951, 1993.

SAS INSTITUTE. **Sas software**: chances and enhancements through release 6.12. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1997.

SIMOPOULOS, A.P. The omega-6/omega-3 fatty acids ratio, genetic variation, and cardiovascular disease. **Asia Pac. J. Clin. Nut**, v.17, p. 131-134, 2008.

USYDUS, Z. et al. Protein quality and amino acids profiles of fish products available in Poland. **Food Chemistry**, v. 112, p. 139-145, 2009.

YADAV, S.; KHETARPAUL, N. Indigenous legume fermentation: effect of some antinutrients and in vitro digestibility of starch and protein. **Food Chemistry**, v.50, p. 403-406, 1994.

ZHANG, J. et al. Dietary chitosan improves hypercholesterolemia in rats fed high-fat diets. **Nutrition Research**, v.28, p.383-390, 2008.

Tabela 1. Composição g/kg das dietas experimentais fornecidas aos animais durante o ensaio biológico.

Ingredientes	Caseína	ST	SQ	SLD	SLI
Amido de milho	532,9	413,80	436,80	458,50	418,0
Proteína	200	388,2	365,2	343,5	384,0
Sacarose	100	100	100	100	100
Óleo de soja	66,6	0	0	0	0
Fibra (celulose)	50	50	50	50	50
Mix de minerais*	35	35	35	35	35
Mix de vitaminas**	10	10	10	10	10
L-cisteína	3	3	3	3	3
TBHQ	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014

* Mix mineral (por kg de mix): Ca 142,94g; P 44,61g; K 102,81g; Na 29,11g; Cl 44,89g; S 8,57g; Mg 14,48g; Fe 1,00g; Zn 0,86g; Si 0,14g; Mn 0,30g; Cu 0,17g; Cr 0,03g; B 14,26mg; F 28,73mg; Ni 14,31mg; Li 2,85mg; Se 4,28mg; I 5,93mg; Mo 4,32mg; V 2,87mg;
** Mix vitamínico (por kg de mix): ácido nicotínico 3,00g; pantotenato de cálcio 1,60g; piridoxina-HCl 0,70g; tiamina-HCl 0,60g; riboflavina 0,60g; ácido fólico 0,20g; biotina 0,02g; vitamina B12 2,50mg; vitamina E 7.500UI; vitamina A 400.000UI; vitamina D3 100.000UI; vitamina K1 0,075g.

ST: salsicha de frango sem fibras alimentares, SQ: salsicha com quitosana, SLD: salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada e SLI: salsicha com farinha de linhaça dourada integral.

Tabela 2. Composição química das farinhas de salsichas adicionadas nas dietas experimentais.

Variáveis (%)	Farinhas de salsicha			
	ST	SQ	SLD	SLI
Umidade	36,35±0,15[a]	34,65±0,10[b]	34,05±0,15[b]	37,36±0,18[a]
Proteina	42,09±0,29[c]	44,73±0,02[b]	47,56±0,11[a]	42,55±0,17[c]
Lipidio	20,47±1,25[ab]	21,88±0,21[ab]	22,08±0,58[a]	23,82±0,14[a]
Cinzas	11,11±0,03[a]	10,88±0,29[a]	7,02±0,25[c]	9,90±0,21[b]

ST: farinha de salsicha tradicional, SQ: farinha de salsicha com quitosana, SLD: farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada e SLI: farinha de salsicha com farinha de linhaça integral.
Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3).
Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 3. Ganho de peso, consumo alimentar e proteína ingerida pelos animais com dietas contendo caseína, farinha de salsicha tradicional (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI).

Variável	Caseina	ST	SQ	SLD	SLI
Ganho de peso (g)	156,73±12,98[a]	177,27±13,09[a]	198,77±13,26[a]	191,41±27,61[a]	182,68±20,54[a]
Consumo total (g)	450,00±42,63[b]	627,18±67,36[a]	675,98±37,37[a]	639,94±42,01[a]	699,10±23,17[a]
Proteína ingerida (g)	67,50 ±6,39[c]	94,08±10,10[b]	101,40±5,61[a]	95,99±6,30[b]	104,87±3,48[a]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).
Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 4. Valores médios de Coeficiente de eficácia proteica (PER), Coeficiente de eficácia proteica relativa (PERR), Razão protéica líquida (NPR) e Razão proteica líquida relativa (NPRR) dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de salsicha tradicional (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI).

	Casein	ST	SQ	SLD	SLI
PER	2,33±0,17[a]	1,89±0,22[bc]	1,96±0,15[b]	1,99±0,10[b]	1,74±0,12[bc]
RPER(%)	100[a]	81,18±0,02[bc]	84,21±0,02[b]	85,43±0,01[b]	74,81±0,02[c]
NPR	2,65±0,19[a]	1,66±0,12[bc]	1,75±0,04[b]	1,76±0,01[b]	1,53±0,03[bc]
RNPR(%)	100[a]	62,49±0,02[bc]	65,86±0,03[b]	66,47±0,03[b]	65,87±0,01[b]
DV	96,25±1,25[a]	97,57±1,10[a]	98,49±1,00[a]	98,54±0,99[a]	98,58±0,87[a]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).
Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

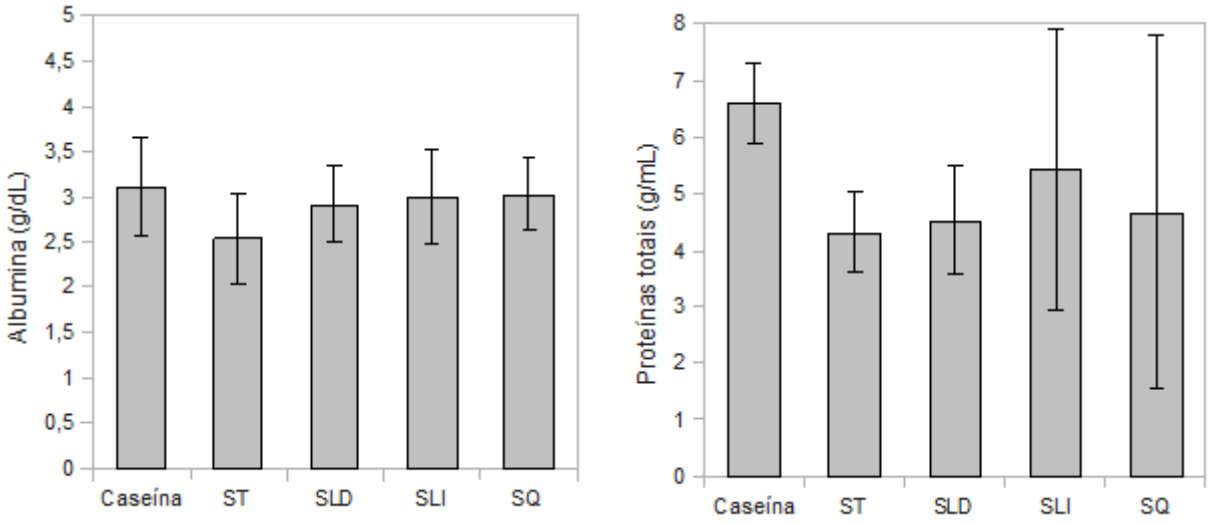

Figura 1. Albumina sérica e proteínas totais dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de salsicha tradicional (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI).

MANUSCRITO 7

Resposta metabólica de ratos alimentados com dietas à base de salsicha de frango com fibras alimentares

RESUMO

Avaliar a resposta metabólica de ratos que receberam dietas experimentais contendo farinha de salsicha de frango com fibras alimentares. As dietas experimentais foram divididas nos seguintes tratamentos: dieta com caseína (controle) e dietas em que a caseína foi substituída por farinha de salsicha de frango sem fibras alimentares (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ), farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI). Foram utilizados 35 ratos machos da linhagem Wistar, recém-desmamados, distribuídos sete animais/tratamento. Observou-se que não houve diferença no consumo alimentar, ganho de peso dos animais, gordura epididimal, Colesterol Total e LDL-c. As concentrações de Triglicerídeos e Glicose foram maiores no SQ e os grupos SLI e SLD, apresentaram menor Triglicerídeos. O fígado dos animais que receberam caseína e ST foi maior e os rins do ST foram maiores. A produção de fezes do ST foi 23% menor que os grupos que receberam farinhas de salsichas com fibras e o pH foi o maior (7,1). Os animais que receberam dietas SLI, SLD e SQ apresentaram maior produção de fezes úmidas e secas, peso cecal cheio e menor pH fecal, quando comparados com a ST e da caseína. As fibras alimentares adicionadas nas salsichas contribuíram com pouco efeito em relação aos parâmetros bioquímicos, ganho de peso e gordura corporal dos ratos, entretanto aumentaram a produção fecal o que reflete em um bom funcionamento intestinal.

Termos de indexação: fibra alimentar, quitosana, linhaça, metabolismo, gastrointestinal, nutrição

INTRODUÇÃO

As Doenças Cardiovasculares são as principais causas de óbitos no mundo e estão associadas a múltiplos fatores de risco[1]. Os FR podem ser divididos em não modificáveis (sexo, idade, etnia e genética)[2] e modificáveis (hábitos alimentares inadequados, sedentarismo, hipertensão arterial, hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, tabagismo,

diabetes mellitus, obesidade e alcoolismo), os quais estão mais relacionados ao estilo de vida[1].

A prevenção de ocorrência de eventos cardiovasculares é controlar os FR. As modificações no estilo de vida podem contribuir para diminuir a progressão das placas de ateroma e/ou reduzir a sua vulnerabilidade a ruptura. As mudanças no planejamento dietético modulam diferentes aspectos do processo aterosclerótico, como os níveis lipídicos no plasma, resistência à insulina e metabolismo glicídico, pressão arterial, fenômenos oxidativos, função endotelial e inflamação[3].

A dieta dos brasileiros é composta por diversas culturas e atualmente é fortemente caracterizada por uma combinação de uma dieta dita "tradicional" (baseada no arroz com feijão) com alimentos classificados como: ultraprocessados, com altos teores de gorduras, sódio, açúcar e conteúdo calórico e com baixo teor de micronutrientes. O consumo médio de frutas e hortaliças permanece metade do valor recomendado pelo Guia Alimentar para a população brasileira e manteve-se estável na última década, enquanto alimentos como doces e refrigerantes têm o seu consumo aumentado a cada ano[4....]

De acordo com a Pesquisa de Orçamento Familiar (2008-2009), o consumo de alimentos no domicílio indica um aumento na proporção de alimentos industrializados, como pães, embutidos, biscoitos recheados, refrigerantes e refeições prontas[5].

Os embutidos são produtos alimentares preparados a base de carnes de origens diversas, misturados com condimentos e aditivos, e embutidos em tripas naturais ou artificiais, podendo ser defumados ou não. Existem diversos tipos de embutidos como salsicha, linguiça, salame, entre outros. A salsicha é o segundo embutido em aquisição *per capita* no Brasil com média de 1,154Kg por ano[5]. O estilo de vida dos consumidores mudou muito nos últimos anos, e a tendência ao consumo de alimentos de preparo fácil e rápido é

cada vez maior. Nesse contexto, as salsichas tipo “hot dog” de carne bovina e de aves merecem destaque devido a sua aceitabilidade e praticidade[6].

Cristofoletti et al.[7] refere que nos nipo-brasileiros de Bauru-SP, o maior consumo de alimentos provenientes de um padrão ocidentalizado, como o consumo de alimentos embutidos, está associado ao aumento da gordura corporal, principalmente à obesidade generalizada na presença de obesidade abdominal.

Biswas et al.[8] e Decker e Park[9] referem que a elaboração de embutidos cárneos com adição de fibras alimentares poderiam proporcionar ao consumidor efeitos benéficos à saúde.

Distúrbios gastrointestinais como constipação, síndrome do cólon irritável, hérnia de hiato, apendicite, diverticulite, doença de Crohn e hemorróidas têm sido correlacionados com a ingestão de baixa quantidade de fibra alimentar na alimentação. O tratamento dessas patologias é baseado em dieta rica em fibras dietéticas, substâncias laxativas e maior ingesta de água [10,11].

De acordo com Chaud et al.[12] as fibras apresentam grande importância na alimentação e na manutenção da saúde. Por este motivo, faz-se necessário avaliar e pesquisar mais sobre este componente alimentar e suas interações com outros componentes da dieta em nível metabólico.

Apesar de existirem alguns trabalhos sobre embutidos com formulações diferenciadas, visando benefícios à saúde do consumidor, a bibliografia sobre os efeitos *in vivo* do consumo destes produtos é escassa. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta metabólica de ratos normoglicêmicos e normolipidêmicos, que receberam dietas experimentais contendo farinha de salsicha de frango com fibras alimentares (quitosana, farinha de linhaça dourada desengordurada e integral).

MATERIAS E MÉTODOS

Aspectos éticos

O experimento foi realizado de acordo com a legislação brasileira sobre o uso científico de animais (lei nº 11.794 de 11 de Outubro de 2008). O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Bem Estar Animal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) sob nº 125/2011 e a pesquisa foi desenvolvida nos laboratórios do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria (RS).

Elaboração das salsichas

As partes de frango (coxa, sobrecoxa e peito) que foram utilizadas na elaboração das salsichas foram adquiridas em um estabelecimento comercial do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. A farinha de linhaça dourada integral e a desengordurada foram cedidas pela Cisbra®, Panambi, Rio Grande do Sul, Brasil. A quitosana foi doada pela Selachi® Ind. Com. Imp. Exp. Ltda, Fortaleza, Ceará, Brasil. Os demais ingredientes para elaboração das salsichas foram fornecidos pela Bremil® Indústria de Produtos Alimentícios, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil.

Os ingredientes comuns utilizados na elaboração da salsicha foram: pele de frango (5,0%), toucinho (10%), gelo (15%), sal (1,5%), proteína texturizada de soja (1,0%), condimento para salsicha (1,5%), fixador de cor (0,25%), sal de cura (0,3%), polifosfato (0,25%), corante carmin (0,0010%) e fumaça líquida (0,0014).

Houve variabilidade na porcentagem de frango, fécula de mandioca e fibras alimentares adicionadas nas salsichas. À salsicha sem fibras alimentares (ST) foi

adicionados 63,5% de frango e 2% de fécula. A salsicha com quitosana (SQ) foi, 61% de frango, 1% de fécula e 4% de quitosana. A salsicha com farinha de linhaça integral (SLI) e a salsicha com farinha de linhaça desengordurada (SLD) com 57,5% de frango, 1% de fécula e 7,5% de farinha de linhaça.

A partir da composição química da quitosana, da farinha de linhaça dourada integral e da desengordurada foram definidas as formulações dos salsichas com a quantidade de fibra alimentar adicionada em cada formulação. As diferenças nas proporções de fibras adicionadas nas formulações ocorreram devido à porcentagem de fibra alimentar na matéria-prima. A quitosana possui 77,32% de fibra total (50,92% de fibra insolúvel e 26,44% de fibra solúvel), a farinha de linhaça integral tem 40,77% de fibra total (39,63% de fibra insolúvel e 4,24% de fibra solúvel) e a farinha de linhaça desengordurada tem 44,91% de fibra total (36,66% de fibra insolúvel e 8,25% de fibra solúvel).

Cada formulação foi calculada de modo que apresentasse 3g de fibra alimentar em 100g no produto pronto para serem consideradas fonte de fibras e poder alegar uma possível propriedade funcional [13,14].

Inicialmente, a coxa, sobrecoxa e o peito de frango foram desossados. A carne de frango, toucinho e a pele foram triturados no processador cutter com sal e metade do gelo com nitrito e polifosfato dissolvidos. Adicionou-se a seguir: proteína de soja, condimentos, carmim, outra metade do gelo, quitosana ou farinha de linhaça, fécula, fumaça e fixador de cor. Posteriormente, embutiram-se as salsichas em tripa artificial de celulose com 22 mm de diâmetro. A seguir, amarrou-se em gomos de 10 cm e foram pasteurizadas a 80°C em banho-maria até atingir 72ºC de temperatura interna das peças. Ao final do cozimento, as amostras foram imediatamente resfriadas em banho de água gelada, retirada a tripa, embaladas e estocadas a -18ºC.

As salsichas foram retiradas do freezer, descongeladas, picadas em pedaços menores e submetidas à secagem em estufa de ar circulante, à temperatura de 55±5ºC, durante 48 horas. As salsichas desidratadas foram trituradas para obtenção de uma farinha de salsicha Essa farinha foi acondicionada em porções individuais, estas colocadas em em sacos plásticos rotulados e mantidas em freezer (-18ºC) até o preparo das dietas experimentais.

Elaboração das dietas experimentais

As dietas experimentais foram elaboradas conforme as recomendações do *American Institute of Nutrition* (AIN-93G)[15]. A partir dos resultados de composição centesimal das salsichas, foram divididas nos seguintes tratamentos: dieta com caseína (controle) e dietas em que a caseína foi substituída por farinha de salsicha de frango sem fibras alimentares (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ), farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD) e farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI).

As dietas experimentais foram ajustadas de modo a apresentarem os mesmos teores de proteínas, lipídios e carboidratos, sendo que os ajustes foram feitos pela modificação na quantidade adicionada de amido de milho e/ou de óleo de soja. Todos os ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais estão demonstrados na Tabela 1, sendo que os ingredientes comuns entre as dietas foram dos mesmos lotes. Os ingredientes foram pesados em balança semianalítica, misturados e peneirados por 3 vezes, para perfeita homogeneização e uniformidade dos ingredientes. As dietas foram identificadas e armazenadas no freezer (-18ºC) até o momento do consumo pelos animais e elaboradas semanalmente para evitar oxidação lipídica. Os animais receberam as dietas na forma de pó.

Animais

Foram utilizados 35 ratos machos da linhagem Wistar, recém-desmamados, com média de 26 dias de idade, peso médio de 85g, provenientes do Biotério da Universidade Federal de Santa Maria. Os animais foram distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos (sete animais/tratamento), e alocados em gaiolas metabólicas individuais, de tela aramada, malha de 10 mm tipo gaveta com piso quadriculado de 10 x 10 mm e de cor branca. As gaiolas metabólicas foram dispostas próximas uma da outra de forma que os animais permanecessem próximos e conseguissem se enxergar, para interação com os outros animais que estavam mais próximos.

Foram mantidos em ambiente de temperatura controlada a 22±1°C e ciclo de 12 horas claro/escuro, por um período de 05 dias de adaptação com ração comercial e 28 dias de ensaio experimental, totalizando 33 dias de ensaio durante os quais receberam água e suas respectivas dietas experimentais *ad libitum*. A água e as dietas foram servidas em comedouros de barro de material resistente e fácil higienização. Os animais foram pesados a cada 5 dias e o consumo de ração foi verificado diariamente. O coeficiente de eficácia alimentar foi calculado dividindo o ganho de peso total dos animais (g) pelo consumo total de dieta (g).

Dosagem dos parâmetros bioquímicos e retirada dos órgãos

Ao final do experimento, após os animais permanecerem em jejum de 12 horas, foram anestesiados com os anestésicos xilazina e quetamina na concentração de 200 mg de quetamina/150mg de xilazina por peso corporal. Os animais foram exanguinados e o sangue

foi acondicionado em tubos de ensaio, e, posteriormente, centrifugado durante quinze minutos, a 3.000 rpm, para obtenção do soro a ser analisado, o qual foi conservado sob refrigeração (4ºC) até as análises bioquímicas.

As dosagens sorológicas de Colesterol Total, Lipoproteína de alta densidade (HDL-c), Triglicerídeos e Glicose, foram realizadas utilizando kits enzimáticos colorimétricos fornecidos pela empresa Labtest® e a leitura foi realizada em espectrofotômetro. As lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) e as lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL- c) foram determinadas de forma indireta. Foram utilizadas as seguintes expressões: LDL colesterol = Colesterol total - HDL –triglicerídeos/5 e VLDL = triglicerídeos/5.

Foram removidos e pesados os rins, a gordura epididimal e o fígado de cada animal, estando os resultados expressos em g/100g do peso do animal.

As fezes foram coletadas e armazenadas em recipientes individuais para cada animal e mantidas sob refrigeração até a análise de excreção de fezes secas, fezes úmidas e pH fecal. No final do experimento as fezes foram pesadas em balança eletrônica analítica (Metler Toledo, modelo AB204) com sensibilidade de 0,0001 g. A seguir, foi realizada a secagem das fezes em estufa a 105 ºC até peso constante. As fezes foram pesadas novamente. Os animais tiveram o ceco retirado para pesagem em balança digital. O material cecal foi avaliado por processo eletrométrico empregando-se o potenciômetro adaptado para determinação, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz [16.]

Delineamento experimental e Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de Análise de variância (Anova), a

fim de verificar se existe diferença entre os grupos experimentais. Para comparação entre as médias, foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SAS [17].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo alimentar, ganho de peso dos animais e o coeficiente de eficácia alimentar estão expressos na Tabela 2. O consumo alimentar foi maior nos animais que receberam farinhas de salsicha quando comparados a caseína e não houve diferença significativa entre eles. Mareti et al.[18] e Saydelles et al.[19] afirmam que o consumo de fibras alimentares aumentam a saciedade. Este efeito não foi constatado neste trabalho, pois não houve redução do consumo de ração nos animais que receberam farinha de salsicha contendo fibras, com quitosana (SQ), farinha de linhaça desengordurada (SLD) e integral (SLI).

Em relação ao ganho de peso, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0.05$) que receberam dietas experimentais contendo farinha de salsicha. Entretanto, os animais que receberam caseína como fonte proteica apresentaram menor ganho de peso corporal. Ressalta-se que, as dietas oferecidas aos animais apresentavam proporções proteicas, lipídicas, glicídicas e calóricas semelhantes entre os tratamentos e foram elaboradas baseadas na AIN 93G[15].

O ganho de peso análogo entre os grupos demonstrou que o consumo de salsichas com fibras alimentares, não proporcionou uma diminuição no ganho de peso corporal. Contrariando o nosso estudo Han et al.[20] verificaram a influência da quitosana no peso corporal, excreção de lipídeos e pressão arterial de ratos alimentados com dieta hiperlipídica.

Observaram que os efeitos antiobesidade da quitosana em ratos alimentados com alto teor de gordura, deve-se, parcialmente, à inibição da absorção intestinal das gorduras dietéticas. Silva et al.[21] descrevem vários estudos sobre o efeito da quitosana na perda de peso, referindo que existem indivíduos que podem não responder ao tratamento, não sabendo bem a razão para tal fato. O tipo de quitosana utilizada mostrou-se como variável importante na redução de peso. A pureza do polímero e seu tamanho particular podem influenciar significativamente esta propriedade. De acordo com Bathena e Velazquez[22], a linhaça parece exercer efeitos sobre a diminuição no ganho de massa gorda, sendo assim, poderia ser utilizada para o controle de obesidade e diabetes mellitus.

Os animais do grupo caseína foram os que apresentaram maior coeficiente alimentar diferindo estatisticamente dos demais tratamentos ($p<0.05$). Isto se deve ao fato de a caseína ser a fonte proteica recomendada pela AIN 93G. Tal resultado demonstra que a dieta consumida apresentou maior eficiência no ganho de peso em relação à quantidade de alimento ingerido. Percebeu-se que os animais, independente do grupo, evidenciaram desenvolvimento e crescimento normais, além de não terem apresentados: doenças oculares, perda de peso, perda excessiva de pelos e diarreia.

As concentrações de colesterol total (CT), HDLc, LDLc, VLDLc, triglicerídeos (TG) e glicose sérica estão demonstradas na Figura 1. A concentração de CT, LDLc e TG foi maior no grupo que recebeu caseína e diferiu significativamente dos demais ($p<0.05$). Os animais que receberam caseína apresentaram as mesmas proporções de macronutrientes na dieta que os que consumiram farinhas de salsicha como fonte proteica, entretanto o que diferiu foi o tipo de carboidrato e lipídio oferecido. Na dieta com caseína foi adicionado maior quantidade de amido de milho e óleo de soja. As dietas com farinhas de salsicha foram elaboradas com salsichas adicionadas de fécula de mandioca, quitosana ou farinha de

linhaça como fonte de carboidrato e o toucinho e pele de frango como fonte lipídica. Estas diferenças ocorreram para ajustar a quantidade de macronutrientes e energia das dietas experimentais.

Comparando os grupos que receberam dieta contendo salsicha desidratada com e sem fibras alimentares, não houve diferença significativa ($p>0.05$) em relação ao CT, LDLc e VLDc entre os grupos. Portanto, as fibras adicionadas na salsicha não contribuiram na redução do perfil lipídico dos ratos. Contrapondo este estudo Dodin et al.[23] verificaram que o consumo diário de pequenas quantidades de linhaça por mulheres na menopausa contribuiu na redução dos níveis de colesterol total e LDLc, favorecendo a diminuição da agregação antiplaquetária. O ácido graxo alfa-linolênico (ALA), pertencente ao grupo Ômega-3, está presente em cerca de 60% dos constituintes totais da linhaça, fazendo com que esta semente seja a maior fonte vegetal do ácido graxo essencial. Embora ainda controverso a influência dos ácidos graxos Ômega-3 de origem vegetal sobre a doença cardiovascular, a maior parte dos estudos observacionais prospectivos sugere que o consumo de ALA pode proteger contra eventos cardiovasculares[3].

Zhang et al.[24] e Liu et al.[25] citam que a inclusão da quitosana na dieta de ratos alimentados com dieta hiperlipídica promoveu uma redução na concentração de colesterol total e triglicerídeos. A adição da quitosana e das farinhas de linhaça nas salsichas não contribuíram para a redução do colesterol sérico e LDLc nos animais. O HDLc foi semelhante entre os tratamentos.

As fibras insolúveis nem sempre alteram os níveis de colesterol sérico, parcialmente porque a síntese de colesterol hepático pode compensar a má absorção de colesterol. As fibras podem auxiliar na redução dos níveis de colesterol por três mecanismos: (1) como agente sequestrador de ácidos biliares; (2) as fibras reduzem as taxas de aumento da insulina

pela redução da velocidade de absorção de carboidratos e retardando, assim, a síntese de colesterol e (3) as fibras produzem ácidos graxos de cadeia curta, que são absorvidos pela circulação portal e inibem a síntese de colesterol [26].

A concentração de TG e glicose foi maior no grupo SQ, diferindo significativamente dos demais ($p<0.05$). Os grupos SLI e SLD, os quais possuem farinha de linhaça, apresentaram menor TG. Santos et al.[3] refere que o efeito do ômega 3 encontrado na linhaça sobre a trigliceridemia se deve à ação desse ácido graxo na redução da síntese de APO-B e aumento do seu catabolismo, simultaneamente pode acelerar o catabolismo dos quilomícrons e por estimular a atividade da enzima lipoproteína lípase.

O peso da gordura epididimal, fígado e rins estão expressos na Tabela 3. Não foi observada diferença significativa na gordura epididimal dos animais que receberam dietas contendo farinha de salsicha. As fibras alimentares adicionadas nas salsichas não contribuíram para menor ganho de gordura epididimal. O grupo da caseína apresentou menor gordura influência do menor ganho de peso e consumo alimentar. O fígado dos animais que receberam caseína e ST foi maior e diferiu significativamente dos demais ($p<0.05$). Estudos realizados por Tsan et al.[27] e Han et al.[20] demonstraram que a quitosana diminuiu o peso do fígado, o qual foi evidenciado pelo conteúdo hepático de lipídios e colesterol nos ratos alimentados com quitosana, comparados com celulose, diminuindo o risco ou auxiliando no tratamento da esteatose hepática.

Em relação aos rins, o grupo ST apresentou diferença significativa ($p<0.05$) quando comparado com os demais tratamentos. O rim é um órgão responsável pela excreção de compostos nitrogenados na forma de ureia e ácido úrico, por meio de um processo de filtração glomerular, seguida de reabsorção quase total, secreção ativa nos túbulos e

reabsorção após excreção[28]. O maior peso do rim no grupo ST pode ter sido ocasionado pelo maior catabolismo proteico formando ácido úrico e acúmulo de uratos no sistema renal.

A produção de fezes úmidas (PFU) e secas (PFS) está demonstrada na Tabela 4. Verificou-se que a PFU e PFS dos animais que receberam as dietas SQ, SLD e SLI foram em média 23% superior que o ST e 60% superior à caseína. Pumar et al.[29] relatam que a fibra alimentar é o principal componente da dieta capaz de influenciar o peso das fezes, sendo assim, o aumento do peso fecal está relacionado com a quantidade de fibras das dietas experimentais. Raupp et al.[30] e Pacheco e Sgarbieri[10] relatam que a fibra insolúvel produz um aumento de peso, de volume e frequência das defecações.

De acordo com Waitzberg as fibras alimentares exercem os seguintes efeitos no intestino: aumento do trânsito intestinal e do bolo fecal, diluição dos constituintes fecais, modificação da microflora, alteração do metabolismo dos sais biliares, diminuição do pH colônico e aumento da concentração fecal de ácidos graxos de cadeia curta [31].

As salsichas adicionadas nas dietas experimentais continham uma média de 3% de fibra alimentar, sendo que a porcentagem maior é de fibra insolúvel. Os constituintes insolúveis resistem à digestão pela microflora colônica, são eliminados intactos e mantêm a água retida, gerando grande volume fecal. Durante o trânsito colônico, o grande volume de fezes é um importante estímulo para contrações propulsivas e, em se encurtando o tempo de trânsito, ocorre menor reabsorção de água e fezes mais úmidas [32].

Freitas et al.[33] compararam, em ratos, o efeito do polissacarídeo de soja em relação à celulose e à fórmula de soja sem fibra alimentar sobre o peso e a umidade fecal e concluíram que o grupo que não recebeu fibra na dieta apresentou peso fecal, úmido e seco menor que os outros, o que pode ser claramente explicado pelas funções que a fibra desempenha no trato gastrointestinal. Marques et al.[34] analisando as possíveis atividades biológicas causadas

pelo consumo diário de linhaça em grão cru e assado e óleo de linhaça, verificaram que o consumo do grão de linhaça aumentou significativamente o volume do bolo fecal dos ratos.

Os tratamentos SLI, SLD e SQ apresentaram maior peso de ceco cheio que o ST e caseína O peso do ceco vazio foi maior no SQ (Tabela 4). O ceco é o principal local de fermentação em espécies não ruminantes[35]. É responsável pela digestão da celulose, e absorção dos carboidratos, proteínas, água e outros produtos da digestão[36]. A fermentação de carboidratos no ceco dos animais é acompanhada por uma hipertrofia e hiperplasia do ceco, um efeito que poderia aumentar a superfície absortiva para os minerais[37]. Com isso, o maior peso do ceco dos ratos que receberam dietas contendo farinhas de salsichas com fibras pode ser um diferencial na absorção de minerais.

A fermentação é um grande estímulo para o aumento da população bacteriana, a qual, por constituir em torno de 50% das fezes secas, contribui para o peso fecal. Há indícios de que a fermentação aumente com o uso prolongado de fibras, pois as polissacaridases bacterianas da flora são induzíveis [32].

O pH das fezes do ST foi maior que os demais grupos (Tabela 4). O pH menor nas fezes dos animais que receberam farinhas de salsicha com fibras pode ser explicado por Ferreira et al.[38] que esclarecem que a fermentação de compostos pela microbiota colônica gera produtos capazes de reduzir o pH do meio e assim restringir o crescimento de alguns microrganismos indesejáveis. Consoante GIBSON et. al.[39] os valores de pH refletem diretamente a concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente o acetato e lactato produzidos na fermentação. As fibras alimentares são consideradas as maiores fontes de energia para bactérias que habitam no cólon, são desdobradas em hexoses, pentoses e álcoois, sendo utilizadas como substratos das bactérias, que as degradam a ácido láctico, água, CO2, metano e AGCC. Dessa forma, fornecem nutrientes para restauração de

uma flora intestinal saudável, como o crescimento de bifidobactérias e redução dos microrganismos patogênicos [40].

De acordo com a Resolução nº 18/1999 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, um produto contendo as fibras alimentares pode alegar a seguinte informação no rótulo: “As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.Esse efeito foi observado nos animais que receberam fibras através do consumo da salsicha [13].

CONCLUSÃO

Verificou-se que a adição de fibras alimentares nas salsichas não alterou o consumo alimentar, o ganho de peso e a gordura epididimal dos animais. As fibras adicionadas não proporcionaram maior saciedade aos animais. Além disso, não influenciaram na concentração de colesterol total, HDLc e LDLc dos ratos.

A farinha de linhaça integral e desengordurada adicionadas nas salsichas influenciaram positivamente na concentração de triglicerídeos. Os animais que receberam farinhas de salsichas com fibras apresentaram menor peso do fígado e rins. As fibras podem ter contribuído nas rotas bioquímicas dos carboidratos e lipídios no fígado, e da proteína nos rins, evitando uma possível hepatomegalia e sobrecarga renal.

Os animais que receberam dieta contendo farinhas de salsichas com adição de farinha de linhaça e quitosana apresentaram maior produção de fezes úmidas e secas, peso cecal cheio e vazio e menor pH fecal, quando comparados com a salsicha de formulação tradicional e da caseína. As fibras alimentares adicionadas nas salsichas contribuíram para

maior produção de massa fecal e fermentação o que reflete em um bom funcionamento entérico.

Referencias

1. World Health Organization. Cardiovascular diseases. [acesso 2014 Out 28]. Disponível em:[http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/].

2. De Backer G, Ambrosioni E, Bort-Johnsen K, Brotons C, Cifkova R, Dallongeville J, et al. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. Third Joint Task Force of European and other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of eight societies and by invited experts). Eur J Cardiol Prev Rehab 2003;10 (Suppl 1):S1-S78.

3. Santos Rd, Gagliardi ACM, Xavier HT, Magnoni CD, Cassani R, Lottenberg AM. et al. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. Arq. Bras. Cardiol. [Internet]. 2013; 100(1 Suppl 3): 1-40. Disponível em:[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066782X2013000900001&lng=en. http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2013000900001].

4. Ministério da Saúde. Política Nacional de Alimentação e Nutrição. [acesso 2014 Jun 10]. Disponível em: [http://nutricao.saude.gov.br/publicacoes.php].

5. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008/2009: Despesas, Rendimentos e Condições de Vida. Rio de Janeiro; 2010.

6. Martins LL, Santos IF, Franco RM, Oliveira LA, Bezz J. Avaliação do perfil bacteriológico de salsichas tipo “hot dog” comercializadas em embalagens a vácuo e a granel em supermercados dos municípios Rio de Janeiro e Niterói. Rev Inst Adolfo Lutz. 2008; 67(3):215-20.

7. Cristofoletti MF, Gimeno SGA, Ferreira SRG, Cardoso MA, Japanese-Brazilian Diabetes Study Group. Associação entre consumo de alimentos embutidos e obesidade em um estudo de base populacional de nipo-brasileiros. Arq Bras Endocrinol Metab. 2013; 57 (6):464-72.

8. Biswas AK, Kumar V, Bhosle S, Sahoo J, Chatli, MK. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. International. Journal of Livestock Production. 2011; 2 (4): 45-54.

9. Decker EA, Park Y. Healthier meat products as functional foods. Meat Science. 2010; 86: 49–55.

10. Pacheco MTB, Sgarbieri VC. Fibra e Doenças Gastrointestinais. In: Lajolo FM. et al. Fibra dietetica em Iberoamerica. Tecnologia y salud: obtencion, caracterizacion, efecto fisiologico y aplicación en alimentos. São Paulo: Varela, 2001. cap. 28, p. 385-397.

11. Cuppari L. Guia de Nutrição Clínica no Adulto. 3 Ed. 2014.

12. Chaud SG, Sgarbieri VC, Vicente E, Alves NS, Barreto AB, Mattos, JAR. Influência de frações da parede celular de levedura (Saccharomyces cerevisiae) sobre os índices séricos de glicose e lipídeos, microbiota intestinal e produção de ácidos graxos voláteis (AGV) de cadeias curtas de ratos em crescimento. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2007; 27 (2): 338-48.

13. BRASIL. Resolução nº. 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, constante do anexo desta portaria. *Diário Oficial da União*; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999.

14. BRASIL. Resolução nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. *Diário Oficial da União*; Poder Executivo, de 21 de agosto de 2006.

15. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey JRGC. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. The Journal of Nutrition. 1993; 23 (11):1939-51.

16. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo - Brasil). Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4ª ed. [1ª ed. digital]. São Paulo (SP): Instituto Adolfo Lutz; 2008. Disponível em: [http://www.ial.sp.gov.br/índex.php?option=com_remosítory&Itemid=7&func=select&orderby=1&Itemid=7].

17. Sas institute. Sas software: chances and enhancements through release 6.12. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1997.

18. Mareti MC, Grossmann MVE, Benassi MT. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2010, 30(4):878-83.

19. Saydelles BM, Oliveira VR, Viera VB, Marques CT, Rosa CS. Elaboração e análise sensorial de biscoito recheado enriquecido com fibras e com menor teor de gordura. Ciênc. Rural. 2009, 40(3):644-647.

20. Han LK, Kimura Y, Okuda H. Reduction in fat storage during chitin-chitosan treatment in mice fed a high-fat diet. Int J Obes Relat Metab Disord. 1999; 23:174-9.

21. Silva HRS, Costa S, Katia SCR, Ferreira EI. Quitosana: derivados hidrossolúveis, aplicações farmacêuticas e avanços. Quim. Nova. 2006; 29(4): 776-85.

22. Bhatena SJ, Velazquez MT. Beneficial role of dietary phytoestrogens in obesity and diabetes. American Journal of Clinical Nutrition. 2002; 76 (6):1191-201.

23. Dodin S, Cunnane SC, Masse B, Lemay A, Jacques H, Asselin G et al. Flaxseed on cardiovascular disease markers in healthy menopausal women: a randomized, doublé-blind, placebo-controlled trial. Nutrition. 2008; 24(1): 23-30.

24. Zhang J, Zhang J, Liu J, Li L, Xia W. Dietary chitosan improves hypercholesterolemia in rats fed high-fat diets. Nutr. Res. 2008, 28: 383-90.

25. Liu J, Zhang J, Xia W. Hypocholesterolaemic effects of different chitosan samples in vitro and in vivo. Food Chem. 2008, 107:419-25.

26. Jones PJH, Kubow S. Lipídios, Esteróis e Seus Metabólitos. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC., Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença. 10ª ed. São Paulo: Manole; 2009.

27. Tsan CM, Tsung YH, Chen CH. Effect of dietary chitosan with different viscosity on plasma lipids and lipid peroxidation in rats fed on a diet enriched with cholesterol. Biosci Biotechnol Biochem. 2000, 64 (5): 965-71.

28. Nuki, G. Gout. Medicine. 2006; 34 (10): 417-23.

29. Pumar M, Freitas MCJ, Cerqueira PM, Santagelo SM. Avaliação do efeito fisiológico da farinha de semente de abóbora (Cucurbita máxima, L.) no trato intestinal de ratos. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2008; 28;07-13.

30. Raupp DS, Carrijo KCR, Costa LLF, Mendes SDC, Banzatto DA. Propriedades funcionais digestives e nutricionais de polpa refinada de maçã. Scientia Agrícola. 2000; 57 (3):395-402.

31. Waitzberg, D.L., Nutrição Oral, Enteral e Parenteral na Prática Clinica. 4ª ed. São Paulo: Atheneu; 2009.

32. Maffei HVL. Constipação crônica funcional: com que fibra suplementar? J. Pediatr. 2004; 80 (3): 167-68.

33. Freitas KC, Motta MEFA, Amâncio OMS, Neto UF, Morais MB. Efeito da fibra do polissacarídeo de soja no peso e na umidade das fezes de ratos em fase de crescimento. J. Pediatr. 2004; 80 (3): 183-88.

34. Marques AYC, Hautrive TP, Moura GB, Callegaro MG, Hecktheuer LHR. Efeito da linhaça (Linum usitatissimum L.) sob diferentes formas de preparo na resposta biológica em ratos. Rev. Nutr. 2011; 24 (1):131-41.

35. Le Blay G., Michel C, Blottiére HM, Cherbut C. Prolonged intake of fructo-oligosaccharides induces a short-term elevation of lactic acid-producing bacteria and a persistent increase in cecal butyrate in rats. Journal of Nutrition. 1999; 129: 2231–2235.

36. Muniz E, Sant'ana DMG, Araújo EJA. Análise morfométrica e quantitativa dos neurônios do plexo mientérico do ceco de ratos submetidos a intensa carência de proteína. Arq. Ciênc. Vet. Zool. 2007; 10 (2): 77-84.

37. Lobo AR, Filisetti TMCC. Yacon (Polymnia sonchifolia) flour containing fructooligosaccharides and its effects on bone mineral density and gastrointestinal parameters in growing rats. Rev. Bras. Cienc. Farm. 2003; 39 (supl. 3):36, 2003.

38. Ferreira CLLF, Teshima E, Costa NMB. Effect of probiotic, prebiotic and synbiotic on colon and cecum microbiota of rats. International Journal of Probiotics and Prebiotics. 2008; 3: 71-76.

39. Gibson GR.; Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. Journal Nutrition. 1995;125 (6): 1401-1412.

40. Gibson GR, Wang X. Enhancement of bifidobacteria from human gut contents by oligofructose using contínuos culture. Fems. Microbiological Letters. 1994; 118:121-28.

Tabela 1. Composição g/kg das dietas experimentais fornecidas aos animais durante o ensaio biológico.

Ingredientes	Caseína	ST	SQ	SLD	SLI
Amido de milho	532,9	413,80	436,80	458,50	418,0
Proteína	200	388,2	365,2	343,5	384,0
Sacarose	100	100	100	100	100
Óleo de soja	66,6	0	0	0	0
Fibra (celulose)	50	50	50	50	50
Mix de minerais*	35	35	35	35	35
Mix de vitaminas**	10	10	10	10	10
L-cisteína	3	3	3	3	3
TBHQ	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014

* Mix mineral (por kg de mix): Ca 142,94g; P 44,61g; K 102,81g; Na 29,11g; Cl 44,89g; S 8,57g; Mg 14,48g; Fe 1,00g; Zn 0,86g; Si 0,14g; Mn 0,30g; Cu 0,17g; Cr 0,03g; B 14,26mg; F 28,73mg; Ni 14,31mg; Li 2,85mg; Se 4,28mg; I 5,93mg; Mo 4,32mg; V 2,87mg;
** Mix vitamínico (por kg de mix): ácido nicotínico 3,00g; pantotenato de cálcio 1,60g; piridoxina-HCl 0,70g; tiamina-HCl 0,60g; riboflavina 0,60g; ácido fólico 0,20g; biotina 0,02g; vitamina B12 2,50mg; vitamina E 7.500UI; vitamina A 400.000UI; vitamina D3 100.000UI; vitamina K1 0,075g.

ST: salsicha de frango sem fibras alimentares, SQ: salsicha com quitosana, SLD: salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada e SLI: salsicha com farinha de linhaça dourada integral.

Tabela 2. Ganho de peso, consumo alimentar e coeficiente de eficácia alimentar dos animais com dietas contendo caseína, salsicha tradicional (ST), salsicha com quitosana (SQ), salsicha com farinha de linhaça desengordurada (SLD) e salsicha com farinha de linhaça integral (SLI).

Variáveis	Fontes proteicas				
	Caseína	ST	SQ	SLD	SLI
Ganho de peso (g)	156,73±12,98 b	177,27±13,09 a	198,77±13,26 a	191,41±27,61 a	182,68±20,54 a
Consumo alimentar (g)	450,00±42,63 b	627,18±67,36 a	675,98±37,37 a	639,94±42,01 a	699,10±23,17 a
Coeficiente de eficácia alimentar	0,35±0,03 a	0,28±0,01 b	0,29±0,02 b	0,30±0,03 b	0,26±0,03 c

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).
Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

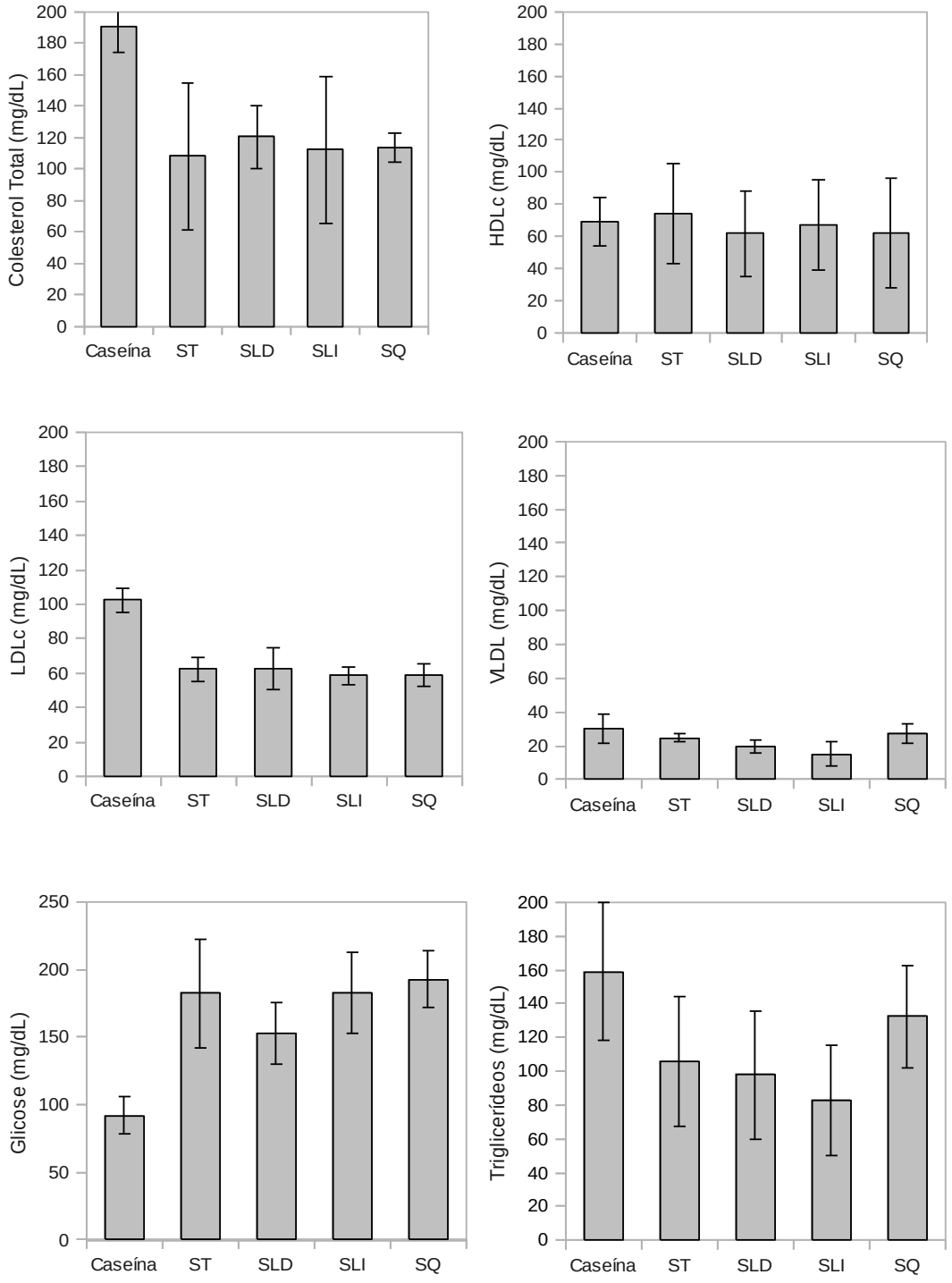

Figura 1. Concentração de Colesterol Total, HLc, LDLc, VLDc, Glicose e Triglicerídeos dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de salsicha tradicional (ST), farinha de salsicha com quitosana (SQ), farinha de salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI) e farinha salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD).

Tabela 3. Peso da gordura epididimal, fígado e rins dos animais alimentados com dietas contendo caseína, salsicha tradicional (ST), salsicha com quitosana (SQ), salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI) e salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD).

Variáveis (g/100 g)	Fontes protéicas				
	Caseína	ST	SQ	SLD	SLI
Gordura epididimal	1,09 ± 0,32[a]	1,32 ± 0,33[a]	1,35 ± 0,23[a]	1,26 ± 0,24[a]	1,37 ± 0,22[a]
Fígado	3,79 ± 0,37[a]	3,49 ± 0,18[a]	3,25 ± 0,31[b]	3,15 ± 0,20[b]	3,26 ± 0,19[b]
Rins	0,81 ± 0,05[b]	0,85 ± 0,06[a]	0,81 ± 0,07[b]	0,74 ± 0,06[c]	0,77 ± 0,09[c]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).
Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 4. Produção de fezes úmidas (PFU), fezes secas (PFS), Peso do ceco cheio e vazio e pH fecal dos animais alimentados com dietas contendo caseína, salsicha tradicional (ST), salsicha com quitosana (SQ) salsicha com farinha de linhaça dourada integral (SLI) e salsicha com farinha de linhaça dourada desengordurada (SLD).

Variáveis	Fontes proteicas				
	Caseína	ST	SQ	SLI	SLD
PFU (g)	8,71 ± 1,22[c]	15,20 ± 2,60[b]	23,25 ± 1,82[a]	22,31 ± 1,70[a]	19,98 ± 2,90[a]
PFS (g)	1,46 ± 0,63[c]	4,52 ± 1,94[b]	6,82 ± 1,52[a]	6,10 ± 1,20[a]	6,20 ± 1,90[a]
Ceco cheio (g)	0,96 ± 0,22[c]	1,10 ± 0,20[b]	1,34 ± 0,30[a]	1,38 ± 0,31[a]	1,37 ± 0,28[a]
Ceco vazio (g)	0,28 ± 0,09[c]	0,40 ± 0,09[b]	0,52 ± 0,09[a]	0,42 ± 0,09[b]	0,46 ± 0,08[b]
pH	6,11 ± 0,10[b]	7,10 ± 0,24[a]	6,20 ± 0,55 [b]	6,12± 0,41 [b]	6,01 ± 0,30 [b]

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).
Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4. DISCUSSÃO GERAL

Com a finalidade de elaborar produtos cárneos com adição de ingredientes funcionais e analisar as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas e avaliar os efeitos dos produtos elaborados com fibras sobre a resposta metabólica em ratos comparando com formulação de produtos sem fibras, este trabalho foi dividido na elaboração e comparação de dois produtos cárneos: hambúrguer e salsicha.

Foram elaboradas 4 formulações de hambúrguer. A formulação básica foi o hambúrguer tradicional (HT), sem fibras alimentares e com 10% de gordura. As demais formulações com adição de fontes de fibras alimentares e a gordura foi substituída por 7,5% de farinha de linhaça dourada integral (HLI), 7,5% de farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD) e por 6% de quitosana (HQ).

A partir da composição química da quitosana e da farinha de linhaça integral e de linhaça desengordurada foram definidas as formulações dos hambúrgueres com a quantidade de fibra alimentar adicionada em cada formulação. As diferenças nas proporções de fibras adicionadas ocorreram devido à porcentagem de fibra alimentar na matéria-prima. Cada formulação foi calculada de modo que apresentassem 3g de fibra alimentar em 100g do produto pronto, para ser um produto com propriedades funcionais. As farinhas de linhaça dourada apresentaram percentuais mais elevados de proteína e lipídios, a desengordurada (23,57% de proteína e 16,98% de lipídios) e a integral (17,23% de proteína e 32,92% de lipídios) em comparação com a quitosana (16,55% de proteína e 0,38% de lipídios). A quitosana apresentou 1,5x maior teor de fibra alimentar (77,32%) que as farinhas de linhaça. Para elaborar hambúrgueres com proporções energéticas semelhantes foram ajustadas a porcentagem de cada fibra adicionada nas formulações.

Verificando a composição centesimal dos hambúrgueres crus os hambúrgueres com fibras adicionadas (HLI, HLD e HQ) apresentaram maior teor de proteína e o HT maior teor de lipídios.

Observando a estabilidade dos hambúrgueres de carne bovina ao longo de 90 dias armazenados em temperatura congelada, percebeu-se que a adição das fibras dietéticas afetou as características físicas e estabilidade da cor dos hambúrgueres. Houve tendência de diminuição dos valores dos parâmetros L^* e a^* e aumento nos valores dos parâmetros b^* e

*h**. Verificou-se que o HLI e HQ foram as formulações que mais apresentaram escurecimento e as que mais oxidaram ao longo do tempo. O HLD foi a formulação que apresentou maior estabilidade da cor, as demais, apresentaram descoloração das amostras.

O HQ apresentou um pH muito elevado desde o tempo zero (6,59) e os HT, HLI e HLD apresentaram valores semelhantes, abaixo de 6,0. O HT foi o hambúrguer com menor pH, 5,73. O HLI apresentou valores de TBARS acima 2,0mg de malonaldeído.Kg-1 antes dos 90 dias de armazenamento. Os demais hambúrgueres apresentaram valores de TBARS abaixo de 1,4 mg malonaldeído.Kg^{-1}. Os hambúrgueres com farinha de linhaça apresentaram maiores valores de TBARS.

Analisando o perfil de textura dos hambúrgueres crus, o HQ apresentou maior dureza e gomosidade e o HT maior coesividade, elasticidade e mastigabilidade.

Em relação as análises microbiológicas dos hambúrgueres foram considerados dentro dos limites permitidos pela legislação, demonstrando que o processamento dos produtos foi realizado em condições adequadas de higiene e respeitando as boas práticas de fabricação de alimentos. Os resultados mostraram que não houve diferença de crescimento microbiano entre as amostras com adição de fibras alimentares e o hambúrguer tradicional.

Analisando a composição química dos hambúrgueres grelhados, as formulações com farinha de linhaça dourada (HLD e HLI) apresentaram maior teor de umidade, o que refletiu em maior retenção de umidade e rendimento final dos hambúrgueres. O HQ e HT apresentaram maior teor de proteína e gordura. O HQ foi a formulação com maior retenção de gordura (114,55%), que proporcionou uma textura com maior dureza, coesividade e gomosidade. O HT demonstrou menor diâmetro por não apresentar adição de fibra alimentar, a qual auxilia na retenção de água e gordura no produto. Os hambúrgueres elaborados com quitosana e farinha de linhaça apresentaram uma porcentagem maior do que 3% de fibra, fibra predominantemente insolúvel.

Verificando a aceitabilidade dos hambúrgueres elaborados, o HT foi o mais aceito pelos provadores. O hambúrguer com fibras que apresentou maior aceitação foi o HLI. Os provadores não tem certeza se comprariam os hambúrgueres contendo farinha de linhaça dourada e quitosana. Talvez pelo fato dos provadores não ter o hábito de consumir alimentos integrais e não estão acostumados com o sabor e a sensação de fibras alimentares na

cavidade oral. O consumo dos hambúrgueres com outros alimentos poderia ser mais aceito pelos provadores.

Avaliando a qualidade proteica dos hambúrgueres elaborados através da resposta metabólica de ratos, verificou-se que a digestibilidade verdadeira dos hambúrgueres com fibras foi menor que o HT e variaram de 80,48% (HLD) a 85,68% (HQ). O PER variou de 2.33 (grupo caseína) a 1.94 (HQ) e o NPR de 2.65 (grupo caseína) a 2.22 (HQ). De acordo com esta análise percebe-se que as dietas experimentais promoveram um crescimento e desenvolvimento normais nos animais. Entretanto, as fibras adicionadas nos hambúrgueres diminuiu o PER e NPR das dietas experimentais, pois os animais que receberam dieta com HT apresentaram resultados semelhante a caseína. Apesar dos hambúrgueres com quitosana e farinha de linhaça desengordurada apresentarem menor eficiência proteica e os animais demonstrarem baixa concentração de hemoglobina, possuem uma boa qualidade proteica.

De acordo com a resposta metabólica, os animais que consumiram HT apresentaram maior ganho de peso e maior LDL-c (135 mg/dL). Os animais alimentados com HQ apresentaram menor ganho de peso, menor colesterol total (138,09 mg/dL) porém maior concentração de glicose sérica (117,78 mg/dL). Os órgãos (fígado e rim) e a gordura epididimal não diferiram entre os grupos de animais.

Os ratos que receberam dieta contendo hambúrgueres elaborados com fibras alimentares apresentaram resultados positivos na umidade, produção das fezes, peso cecal e pH fecal, quando comparados com o HT e da caseína. Isso demonstra que as fibras alimentares adicionadas nos hambúrgueres contribuíram na fisiologia e saúde do trato gastrointestinal dos ratos.

Posteriormente a finalização dos estudos com o hambúrguer, foram elaboradas quatro formulações de salsichas de carne de frango: ST – salsicha sem fibras alimentares, SLD - salsicha com 7,5% de farinha de linhaça dourada desengordurada, SLI – salsicha com 7,5% de farinha de linhaça dourada integral e SQ – salsicha com 4% de quitosana. Observando a composição química verificou-se que as salsichas de frango SQ e SLI apresentaram maior teor de umidade (65%). A porcentagem de proteína foi maior na SLD (16,19%) e o teor de gordura e energia no SLI, 8,9% e 174 kcal. O rendimento das salsichas com fibras foi superior a 93%, sendo que o SLI apresentou 99%. As salsichas apresentaram boa aceitação sensorial pelos provadores. As notas médias para todos os atributos avaliados

foram entre 6,9 e 8,2, indicando que os provadores gostaram das salsichas e provavelmente comprariam. As fibras adicionadas nas salsichas não interferiram negativamente nas características físico-químicas e sensoriais avaliadas.

A salsicha é um alimento largamente consumido pela população e é frequente encontrar para a comercialização salsichas na forma refrigerada. Avaliando os valores obtidos nas análises microbiológicas realizadas com as salsichas de frango com adição de fibras alimentares armazenadas por 14 dias a uma temperatura de 4ºC, apresentaram-se dentro dos limites de tolerância estabelecidos pela Legislação brasileira para todos os tratamentos no decorrer do período de armazenamento com alterações somente no tempo final de estocagem. Não apresentaram presença de Salmonella em 25g de amostra, foram encontrados valores < 1,00 para *Clostridium* sulfito redutor, para coliformes a 45ºC e para contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva apresentaram valores < 1,00 UFC/g.

Analisando a estabilidade oxidativa das salsichas de frango durante 14 dias, observou-se que o pH inicial apresentou maior que 6.0 para todas amostras, sendo que a SQ apresentou maior pH, 6.6 e a ST menor, 6.1. A variabilidade do pH das salsichas desde o dia zero ao 14º dia, foi 5.9 a 6.9. No tempo zero, a ST e a SLD apresentaram maiores valores de dienos, 0.366 e 0.367, respectivamente. Com o decorrer do tempo, a SLI e a SQ obtiveram um aumento nos valores de dienos. A SQ foi a que permaneceu mais constante durante a análise. No período de 14 dias avaliado, nenhuma amostra de salsicha apresentou valores de TBARS maiores que 0.85 mg MDA/kg. As salsichas de frango elaboradas com fibras alimentares apresentaram uma boa estabilidade oxidativa durante sua vida de prateleira analisada, principalmente nos primeiros dias de análise, tempo recomendado para o consumo de salsicha refrigerada.

De acordo com a análise da qualidade proteica, os valores do PER das salsichas variaram entre 1,74 (SLI) e 1,99 (SLD) e o NPR de 1,76 (SLD) a 1,53 (SLI). As fibras alimentares adicionadas nas salsichas não afetaram o PER, NPR e DV quando comparadas com a ST. A digestibilidade verdadeira foi superior a 97% para os animais que receberam dietas com salsicha desidratada. Verificou-se que as salsichas apresentaram média qualidade proteica e excelente digestibilidade, o que significa que as fibras adicionadas para as salsichas não mostraram fatores antinutricionais.

Pesquisando a resposta metabólica de ratos alimentados com as salsichas de frango, constatou-se que a adição de fibras alimentares nas salsichas não alterou o consumo alimentar, ganho de peso e gordura epididimal dos animais. As fibras adicionadas não proporcionaram maior saciedade aos animais, menor gordura ou ganho de peso corporal. Além disso, não influenciaram na concentração de colesterol total e LDLc dos ratos. A farinha de linhaça integral e desengordurada adicionada nas salsichas influenciou positivamente na concentração de triglicerídeos. Os animais que receberam salsichas com fibras apresentaram menor peso do fígado e rins.

Comparando o efeito das salsichas sobre o peso, pH e umidade fecal de ratos em fase de crescimento, percebeu-se que a produção de fezes do ST foi 23% menor que os grupos que receberam salsichas com fibras e o pH foi o maior (7,1). Os animais que receberam dietas SLI, SLD e SQ apresentaram maior PFU e PFS, peso cecal cheio e vazio e menor pH fecal, quando comparados com a ST e da caseína.

CONCLUSÃO

Com embasamento nos resultados apresentados nos artigos desta tese, foi constatado que:

- ✓ Os hambúrgueres de carne bovina elaborados com quitosana e farinha de linhaça dourada e reduzido teor de gordura apresentaram boas características físicas, químicas e microbiológicas, entretanto baixa aceitação sensorial quando comparados com o hambúrguer sem fibras alimentares, devido ao sabor residual. Este fator negativo poderia ser amenizado com o consumo do hambúrguer em conjunto com outros alimentos;
- ✓ Em relação à qualidade proteica dos hambúrgueres observou-se que os animais obtiveram um crescimento e desenvolvimento normais, entretanto os hambúrgueres com fibras apresentaram uma proteína de média qualidade e baixa digestibilidade verdadeira;
- ✓ Verificou-se que os animais alimentados com dieta contendo farinha de hambúrguer com quitosana apresentaram menor ganho de peso, maior consumo alimentar e menor concentração de colesterol total;
- ✓ Analisando as salsichas de carne de frango com fibras alimentares e reduzido teor de gordura, o rendimento das salsichas com fibras foi maior do que a salsicha tradicional. Além disso, as salsichas apresentaram uma boa aceitação sensorial;
- ✓ Observou-se que as salsichas de carne de frango armazenadas por 14 dias a 4ºC simulando condições de comercialização em supermercados varejistas apresentaram-se dentro dos limites de tolerância estabelecidos pela Legislação brasileira para análise microbiológica e uma boa estabilidade oxidativa durante sua vida-de-prateleira analisada, principalmente nos primeiros dias de análise;
- ✓ A qualidade proteica das salsichas elaboradas foi considerada mediana e apresentaram uma boa digestibilidade verdadeira;
- ✓ Constatou-se que as fibras adicionadas nas salsichas não proporcionaram maior saciedade aos animais. Além disso, não influenciaram na concentração de colesterol total, HDL-c e LDL-c dos ratos. A farinha de linhaça integral e desengordurada influenciaram positivamente na concentração de triglicerídeos dos animais;

- ✓ Na saúde do trato gastrointestinal, os produtos elaborados com adição de fibras apresentaram uma resposta significativa em relação à produção de fezes, pH fecal e ceco dos animais, demonstrando que as fibras adicionadas contribuiram no trânsito intestinal.

Com o intuito de lançar no mercado tecnológico de carnes um produto que possa alegar propriedade funcional de auxiliar o funcionamento do intestino e que seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis e ser fonte de fibra alimentar, o hambúrguer poderia ser reformulado para melhor aceitação pelos consumidores e a salsicha poderia ser um produto promissor para a venda em um curto prazo de tempo.

REFERÊNCIAS

ABDOU, E.S.; NAGY, K.S.A.; ELSABEE, M.Z. Extraction and characterization of chitin and chitosan from local sources. **Bioresource Technology,** v.99, p.1359-1367, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. ANVISA. (Brasil). **Portaria n° 398, de 30 de abril de 1999**. Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. Disponível em: <http://e-legis.bvs.br/>. Acesso em: 27 dez 2010.

ARIHARA, K. Strategie for designer novel functional meat products. **Meat Science**, v.74, p.219-229, 2006.

ARISSETO, A. P. **Avaliação da qualidade global do hambúrguer tipo calabresa com reduzidos teores de nitrito**. São Paulo, 2003. 145 p. Dissertação - (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

AYO, J. et al. Effect of total replacement of pork backfat with walnut on the nutricional profile of frankfurters. **Meat Science**, v.77, p.173-181, 2007.

AYO, J. et al.Physochemical and sensory properties of healthier frankfurthers as affected by walnut and fat content, **Food Chemistry**, v.105, p.1547 -1552, 2004.

BARBOSA, R.M.S.; SOARES, E.A.; LANZILLOTII, H.S. Avaliação da ingestão de nutrientes de crianças de uma creche filantrópica: aplicação do Consumo Dietético de Referência. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v.7, n.2, p.159-166, 2007.

BILEK, E., TURHAN, S. 2009. Enhancement of the nutritional status of beef patties by adding flaxseed flour. **Meat Science,** v.82, 472–477.

BOMDESPACHO, Laura Q. de.et al. O emprego de okara no processamento de “hambúrguer” de frango fermentado com Lactobacillus acidophilus crl 1014. **Alimentos e Nutrição**, v.22, n.2, p.315-322, abr./jun. 2011.

BORGES V. C. Alimentos funcionais: prebióticos, probióticos, fitoquímicos e simbióticos. In: Waitzberg DL. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica.** 3 ed. São Paulo: Atheneu; p. 1495-509, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. RIISPOA - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Decreto nº 30.691, de 29/03/52.** Brasília: Ministério da Agricultura, 1952.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 20/2000**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Hambúrguer. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 20 Abr. 2010.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 4/2000**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de linguiça. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 20 Abr 2010.

_____. Resolução nº. 18, de 30 de abril de 1999 b. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, constante do anexo desta portaria. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999.

_____. Resolução nº. 19, April 30, 1999 c. Regulamento Técnico para Procedimento de Registro de Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em Sua Rotulagem. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**: promovendo a alimentação saudável / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, – Brasília : Ministério da Saúde, 2008.

CAMPOS, V. CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Produção e beneficiamento de sementes de linhaça**. 2007. Disponível em: www.sbrt.ibict.br. Acesso em 12 dez 2010.

CARBONELL, L. A. et al. Functional and sensory effects of fibre-rich ingredients on breakfast fresh sausages manufacture. **Food Science and Technology International**. v.11, n.12, p. 89-97, 2005.

CHEN, H.H; XU S.Y; WANG, Z. Interaction between flaxseed gum and meat protein. **Journal of food Engineering**, v.80, n.4, p. 1051-1059, 2007.

DAMIAN,C. et al. Quitosana: um amino polissacarídio com características funcionais. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. 2, p. 195-205, abr./jun, 2005.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. Porto Alegre:Artmed, 2010. 900p.

DECKER, E.A.; PARK, Y. Healthier meat products as functional foods. **Meat Science**, v.86, p. 49–55, 2010.

FERNANDEZ-GINÉS, J. M. et al. Meat products as functional foods: A review. **Journal of Food Science**, v.70, p. 37−43, 2005.

GIBSON, G. R., WILLIAMS, C. M. Introduction. In G. R. Gibson & C. M. Williams (Eds.), **Functional foods**, Boca Raton, FL: CRC Press, p. 1–5, 2000.

HAUTRIVE, T.P. et al. Análise físico-química e sensorial de hambúrguer elaborado com carne de avestruz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, supl, p.95-101, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000500016>. Acesso em: 6 ago.

2014.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F., CARBALLO, J., COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**, v.59, n.1, p. 5−13, 2001.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Technologies for developing low-fat meat products. **Trends in Food Science and Technology**, v. 7, p.41-48, 2006.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F., REIG, M., TOLDRA, F. New approaches for the development of functional meat products. **Advanced technologies for meat processing**, p. 275–308, 2006.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F., SÁNCHEZ-MUNIZ, F. J., OLMEDILLA-ALONSO, B. Design and development of meat-based functional foods with walnut: Technological, nutritional and health impact. **Food Chemistry**, v. 123, n. 4, p. 959-967, 2010.

LEMAY, A. et al. Flaxseed dietary supplement versus hormone replacement therapy in hypercholesterolemic menopausal women. **Obstetrics & Gynecology**, v.100, n.3, p.495-504, 2002.

LIU, J.; ZHANG, J.; XIA, W. Hypocholesterolaemic effects of different chitosan samples in vitro and in vivo. **Food Chemistry**, v.107, p.419-425, 2008.

LOBSTEIN, T; BAUR, L; UAUY R. IASO International Obesity Task Force. Obesity in children and young people: a crisis in public health. **Obesity Reviews**, v. 5, Suppl 1, p.4-104, 2004.

Manual oficial de contagem de carboidratos regional / Sociedade Brasileira de Diabetes, Departamento de Nutrição. – Rio de Janeiro : Dois C: Sociedade Brasileira de Diabetes, 2009.

MARQUES, A. Y C. et al. Efeito da linhaça (Linum usitatissimum L.) sob diferentes formas de preparo na resposta biológica em ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 24, n. 1, 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Quase metade dos brasileiros tem excesso de peso**. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br>. Acesso em: 25 Jun 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. Disponível em:<http://nutricao.saude.gov.br/publicacoes.php. Acesso em: 26 Dez 2011.

MOLENA-FERNANDES, C.A. et al. Avaliação dos efeitos da suplementação com farinha de linhaça (Linum usitatissimum L.) marrom e dourada sobre o perfil lipídico e a evolução ponderal em ratos Wistar. **Revista Brasileira de Planta Medicinal**, v.12, n.2, p. 201-207, 2010.Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v12n2/v12n2a12.pdf. Acesso em: 05 out. 2013.

ORDOÑEZ, J. A. P. et. al. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005, 279 p.

PIÑERO, M. P. et al. 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**, v. 80, n. 3, p. 675-680, 2008.

PORTAL BRASIL. **Obesidade atinge mais da metade da população brasileira, aponta estudo**. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/saude/2013/08/obesidade-atinge-mais-da-metade-da-populacao-brasileira-aponta-estudo. Acesso em: 01 set 2014.

SANTOS JUNIOR, L.C.O. et al. Desenvolvimento de hambúrguer de carne de ovinos de descarte enriquecido com farinha de aveia. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p.1128-1134, 2009.

SCHULZE, M.B. et al. **American Journal of Clinical Nutrition**, Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women, v. 80, n. 2, p. 348-356, Aug/ 2004.

SEABRA, L. M. J. et al. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 245-248, set./dez, 2002.

SHIMOKOMAKI, M. et al. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Livraria Varela, 2006.

SIMOPOULOS, A.P. The omega-6/omega-3 fatty acids ratio, genetic variation, and cardiovascular disease. **Asia Pac. J. Clin. Nut**, v.17, p. 131-134, 2008.

SIRÓ, I. et al. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance — A review. **Appetite**, v.51, p.456−467, 2008.

SPOSITO, Andrei C. et al. **IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose**: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Arq. Bras. Cardiol. vol. 88, n. 1, p. 2-19, 2007.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 2005. 216 p.

TERRA, A. B. M; FRIES, L.L.M; TERRA, N.N. **Particularidades na fabricação de salame**. São Paulo, Ed. Varela, 2004, 152p.

WEISS, J; GIBIS, M; SCHUH, V; SALMINEN, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, v. 86, p.196–213, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity and overweight**. Disponível em: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/facts/obesity/en/>. Acesso em: 15 mai 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Nutrition**. Disponível em: <http:// http://www.who.int/nutrition/en/ >. Acesso em: 15 mai 2010.

ZHANG, J.; ZHANG, J.; LIU, J.; LI, L.; XIA, W. Dietary chitosan improves hypercholesterolemia in rats fed highfat diets. **Nutrition Research**, v.28, p.383-390, 2008.

APÊNDICE A

Nome: _____ Data: __/__/__

Amostra: _____

Você esta recebendo uma amostra de hambúrguer, por favor, prove-a e assinale, através da escala, o quanto gostou ou desgostou dos seguintes atributos do produto:

ATRIBUTOS	Gostei Muitíssimo	Gostei Muito	Gostei Regularmente	Gostei Ligeiramente	Indiferente	Desgostei Ligeiramente	Desgostei Regularmente	Desgostei Muito	Desgostei Muitíssimo
COR									
ODOR									
SABOR									
TEXTURA									
APARÊNCIA GERAL									

Em relação a sua intenção de compra você:

Certamente compraria	
Provavelmente compraria	
Tenho dúvidas de se compraria	
Provavelmente não compraria	
Certamente não compraria	

Nome: _____ Data: __/__/__

Amostra: _____

Você esta recebendo uma amostra de salsicha, por favor , prove-a e assinale, através da escala, o quanto gostou ou desgostou dos seguintes atributos do produto:

ATRIBUTOS	Gostei Muitíssimo	Gostei Muito	Gostei Regularmente	Gostei Ligeiramente	Indiferente	Desgostei Ligeiramente	Desgostei Regularmente	Desgostei Muito	Desgostei Muitíssimo
COR									
ODOR									
SABOR									
TEXTURA									
APARÊNCIA GERAL									

Em relação a sua intenção de compra você:

Certamente compraria	
Provavelmente compraria	
Tenho dúvidas de se compraria	
Provavelmente não compraria	
Certamente não compraria	

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do projeto: "ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS COM ADIÇÃO DE INGREDIENTES FUNCIONAIS ATRAVÉS DE SEUS EFEITOS NO METABOLISMO DE RATOS"
Pesquisadores: Prof. Dr. Ernesto Hashime Kubota e Doutoranda Tiffany Prokopp Hautrive
Instituição/Departamento: UFSM/ – Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos – CCR /Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Contato: (55) 3028-0872/91554284 tiffanyhautrive@yahoo.com.br

Você está sendo convidado a participar voluntariamente de um estudo intitulado "ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS COM ADIÇÃO DE INGREDIENTES FUNCIONAIS ATRAVÉS DE SEUS EFEITOS NO METABOLISMO DE RATOS", que tem como objetivo elaborar produtos cárneos "mais saudáveis" e com ingredientes funcionais, através da substituição parcial da gordura animal por óleo vegetal e a adição de fibras alimentares na sua composição. . Além disso, verificar a influência do consumo de dietas experimentais contendo os produtos cárneos reformulados quando comparados com o produto de formulação tradicional, na resposta metabólica de ratos.

Existe uma tendência na indústria de alimentos para o desenvolvimento de produtos com ingredientes funcionais que quando consumidos proporcionam benefícios à saúde humana. Não está bem esclarecido na literatura se o produto cárneo elaborado com ingredientes funcionais possui efeitos benéficos a saúde quando comparados com o produto de formulação tradicional, isto justifica a importância do trabalho.

Procedimentos a serem realizados

Serão oferecidas a você amostras de produtos cárneos. Será solicitado que você as prove, marcando nas fichas a sua resposta com relação às características sensoriais (cor, aparência, sabor e textura) do produto oferecido.

Riscos possíveis e benefícios esperados

Fica claro que você não é obrigado a participar do projeto. No caso de recusa você não terá nenhum tipo de prejuízo. A qualquer momento da pesquisa você é livre para retirar-se da mesma.

No caso de aceite, fica claro que os produtos oferecidos são seguros e de boa qualidade, não havendo prejuízos ou riscos a sua saúde.

Caso você for alérgico a produtos cárneos e fibras alimentares como a linhaça e a quitosana, não participe do projeto.

Não haverá benefício financeiro pela sua participação e nenhum custo para você. Você não terá benefícios diretos, entretanto, ajudará a comunidade científica na construção do conhecimento sobre as características sensoriais (cor, aparência, etc.) de um novo produto.

Confidencialidade

Os dados obtidos com esta pesquisa serão publicados em revistas científicas reconhecidas. Os seus dados serão analisados em conjunto com os de outros participantes, assim, não aparecerão informações que possam lhe identificar, sendo mantido o sigilo de sua identidade.

Utilização dos dados obtidos

O material coletado e os seus dados serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão guardados com o pesquisador por cinco anos, após o qual serão destruídos.

Os pesquisadores responsáveis pelo estudo são o Prof. Dr Ernesto Hashime Kubota e Tiffany Prokopp Hautrive, doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFSM. Em qualquer etapa do estudo você terá acesso aos pesquisadores responsáveis pelo estudo para esclarecimento de eventuais dúvidas.

Este estudo obteve aprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria, com protocolo nº .....

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo intitulado "ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS COM ADIÇÃO DE INGREDIENTES FUNCIONAIS ATRAVÉS DE SEUS EFEITOS NO METABOLISMO DE RATOS". Ficaram claros para mim quais são os objetivos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos caso seja alérgico a algum ingrediente do produto, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo.

_____

Assinatura do participante

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representante legal para a participação neste estudo.

_____

Assinatura do responsável pelo estudo

Santa Maria, _____ de _____de 2011.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/UFSM) - Avenida Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria - 7º andar - Sala 702. Cidade Universitária - Bairro Camobi 97105-900 Santa Maria – RS.

ANEXO A

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS-UFSM

CARTA DE APROVAÇÃO

A Comissão de Ética no Uso de Animais-UFSM, analisou o protocolo de pesquisa:

Título do Projeto: "Elaboração e avaliação de produtos cameos com adição de ingredientes funcionais e seus efeitos no metabolismo de ratos"

Numero do Parecer: 125/2011

Pesquisador Responsável: Ernesto Hashime Kubota

Este projeto foi **APROVADO** em seus aspectos éticos e metodológicos. Toda e qualquer alteração do Projeto, assim como os eventos adversos graves, deverão ser comunicados imediatamente a este Comitê.

Os membros da CEUA-UFSM não participaram do processo de avaliação dos projetos onde constam como pesquisadores.

DATA DA REUNIÃO DE APROVAÇÃO:

Santa Maria, 16 de Janeiro de 2012.

Maria Lizanora do Rêgo Leal
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais-UFSM

Comissão de Ética no Uso de Animais - UFSM - Av. Roraima, 1000 – Prédio da Reitoria - 2º andar - Campus Universitário 97105-900 – Santa Maria – RS - - Tel. 0 xx 55 3220 9362