

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

**CARACTERIZAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS  
DESENVOLVIDOS COM ADIÇÃO DE FARINHA DO  
SABUGO DE MILHO (*Zea mays*)**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Sabrina Fagundes Ferreira**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2014**

**CARACTERIZAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS  
DESENVOLVIDOS COM ADIÇÃO DE FARINHA DO SABUGO  
DE MILHO (*Zea mays*)**

**Sabrina Fagundes Ferreira**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Área de Concentração em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos.**

**Orientador: Prof. Nelcindo Nascimento Terra  
Co-orientador: Prof. 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).

Ferreira, Sabrina Fagundes  
Caracterização de produtos cárneos desenvolvidos com  
adição de farinha do sabugo de milho (Zea mays) / Sabrina  
Fagundes Ferreira.-2014.  
93 f. ; 30cm

Orientador: Nelcindo Nascimento Terra  
Coorientador: Ernesto Hashime Kubota  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-  
Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2014

1. Fibra 2. Mortadela 3. Hambúrguer 4. Farinha I.  
Terra, Nelcindo Nascimento II. Kubota, Ernesto Hashime  
III. Título.

**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 Dissertação de Mestrado

**CARACTERIZAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS DESENVOLVIDOS  
COM ADIÇÃO DE FARINHA DO SABUGO DE MILHO (*Zea mays*)**

elaborada por  
Sabrina Fagundes Ferreira

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

COMISSÃO EXAMINADORA:

---

**Nelcindo Nascimento Terra, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

---

**Leadir Lucy Martins Fries, PhD. (UFMS)**

---

**Mari Silvia Rodrigues de Oliveira, Dr. (UNISC)**

Santa Maria, 29 de agosto de 2014.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por iluminar meu caminho, e me amparar nos momento mais difíceis.

À minha família, aos meus pais Paulo e Elena, a quem tenho um amor incondicional. Agradeço pela dedicação e incentivo a educação. O caminho não foi fácil, mas orgulhá-los é a minha meta. As minhas irmãs, Elen e Nessana, que mesmo de tão longe nunca deixaram de participar dessa conquista.

Ao meu noivo Rafael, pelo amor, apoio, paciência, companheirismo e imensa dedicação ao nosso amor. Com você a caminhada é muito mais segura, meu presente de Deus.

Ao meu orientador, Dr. Nelcindo Nascimento Terra, a quem sempre admirei e agradeço a oportunidade que me concedeu ao apresentar “o mundo” da pesquisa. Obrigada pela orientação e pela confiança no meu trabalho, mas principalmente por partilhar seu vasto conhecimento em nossas conversas.

Ao meu co-orientador, Dr. Ernesto Hashime Kubota, um grande exemplo de profissional. Obrigada por ter aceitado essa missão e me apoiar no decorrer do trabalho.

As professoras, Leadir Lucy Martins Fries e Mari Silvia Rodrigues de Oliveira por terem aceitado participar da banca de defesa.

Aos funcionários do DTCA, amigos que conquistei desde 2008, quando comecei a estagiar no departamento. A Marialene Manfio, meu esteio, a mulher mais amorosa que conheci e que nunca me deixou desanimar. Meu amigo fiel Magé Amaral (Visconde de Sabugosa), afinal quem deixaria seus familiares no primeiro dia do ano para vir cortar sabugos comigo e o Felipe, profissional admirável. Ao Moisés, ao Carlos, a Marta e a Lia, sem vocês nada seria possível. Obrigada à todos pelo auxílio em tudo, mas principalmente por terem tornado meus dias mais divertidos em meio à correria, mates, chás e cafés.

Aos meus amigos e parceiros, Felipe Franzen e Fernanda Ludtke, pela ajuda no decorrer do trabalho, meus dois amores.

A minha amiga Michele Mantelli Schmidt, que em meio à defesa de mestrado e a seleção de doutorado esteve sempre ao meu lado, e quando não era possível estar, me ligava ou mandava e-mail para oferecer sua ajuda em outro momento.

Pessoa incrível e merecedora das suas conquistas. Assim como a Márcia Silveira, disponível em todos os momentos que corri até ela pedindo ajuda e a Raquel Facco Stefanello, sempre com um abraço e palavras de amiga que me acalmavam e motivavam.

A Cooperativa Central Aurora Alimentos pela doação da carne suína.

A Kátia e ao Leonardo Martins, do grupo Bremil, pelo incentivo a pesquisa e doação dos ingredientes usados neste trabalho.

Aos meus colegas de PPGCTA, por terem dividido suas histórias, as alegrias, frustrações e conquistas.

A todos os professores do PPGCTA, por contribuírem com a minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

À Universidade Federal de Santa Maria, por mais esta oportunidade.

Enfim a todos que contribuíram para a realização deste sonho.

***Obrigada!***

*Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode  
começar agora e fazer um novo fim.*

*Chico Xavier*

## RESUMO

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

### **CARACTERIZAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS DESENVOLVIDOS COM ADIÇÃO DE FARINHA DO SABUGO DE MILHO (*Zea mays*)**

AUTORA: SABRINA FAGUNDES FERREIRA  
ORIENTADOR: NELCINDO NASCIMENTO TERRA  
CO-ORIENTADOR: ERNESTO HASHIME KUBOTA  
Local e data da defesa: Santa Maria, 29 de agosto de 2014.

Atualmente um grande número de pessoas busca um estilo de vida mais saudável, com uma alimentação balanceada, optando por alimentos com teores reduzidos de gorduras e açúcares e com incrementos de fibras. Desejáveis por suas propriedades nutricionais, funcionais e tecnológicas, as fibras podem ser usadas para aumentar a demanda de produtos e subprodutos agrícolas, assim como ingredientes para a indústria de alimentos. O milho é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo inteiro, gerando anualmente milhões de toneladas de resíduos, dentre eles, o sabugo. Rico em fibras, o sabugo de milho também é fonte de nutrientes e sais minerais. Uma das novas tendências da indústria cárnea é a formulação de produtos cárneos diferenciados que contenham substâncias benéficas ou propriedades superiores às dos produtos originais, sendo cada vez maior a oferta de produtos enriquecidos artificialmente com propriedades nutricionais e funcionais. O objetivo deste trabalho foi desenvolver produtos cárneos a partir da elaboração da farinha do sabugo de milho. Foram formulados quatro tratamentos de mortadelas, adicionadas de farinha do sabugo de milho (2,22%, 3,70% e 5,20%) e quatro tratamentos de hambúrguer (3%, 6% e 8%). A farinha foi caracterizada conforme as análises físico-químicas, microbiológicas e funcionais, apresentando bom desempenho para aplicação nos produtos cárneos. As mortadelas e os hambúrgueres foram caracterizados conforme análises físico-químicas, microbiológicas, instrumental de textura e sensorial. As mortadelas apresentaram comportamento satisfatório em todas as análises, porém a formulação contendo 5,20% de farinha não apresentou resultados satisfatórios para avaliação sensorial. Os hambúrgueres apresentaram maior percentual de rendimento no cozimento e melhor aceitabilidade sensorial havendo menor aceitação para a formulação com 8% de farinha. O estudo da aplicação dessa fonte de fibra do subproduto agrícola em produtos cárneos, ganha importância devido às inúmeras vantagens que a pesquisa gera, trazendo benefícios à saúde das pessoas, quanto para as indústrias como fonte alternativa e mais barata de fibra alimentar.

Palavras-chave: Fibra. Mortadela. Hambúrguer. Farinha.

# ABSTRACT

Master Dissertation  
Pós-Graduate Program in Food Science and Technology  
Rural Sciences Center  
Federal University of Santa Maria

## CHARACTERIZATION OF MEAT PRODUCTS DEVELOPED WITH ADDITION OF FLOUR CORN COB (*Zea mays*)

AUTHOR: SABRINA FAGUNDES FERREIRA  
ADVISOR: NELCINDO NASCIMENTO TERRA  
CO-ADVISOR: ERNESTO HASHIME KUBOTA

Place and date of presentation: Santa Maria, August 29<sup>th</sup>, 2014

Currently a large number of people are searching for a healthier lifestyle, with a balanced diet, choosing for foods with low levels of fats and sugars and fibers increments. Desirable due to their nutritional, functional and technological properties, the fibers can be used to increase the demand for agricultural products and by-products as well as ingredients for the food industry. Corn is one of the cereals most produced and consumed in the world, generating millions of tons of residues annually, including the corn cob. Rich in fibers, the corn cob is also a source of nutrients and minerals. Rich in fibers, the corn cob is also a source of nutrients and minerals. One of the new trends of the meat industry is the formulation of differentiated meat products that contain beneficial substances or superior properties to those of the original products, being increasingly the offering of products artificially enriched with nutritional and functional properties. The objective of this study was to develop meat products as from of the elaboration of flour of the corn cob. Were formulated four treatments of cook sausage meat (mortadella), added of flour of the corn cob (2,22%, 3,70% and 5,20%) and four treatments of the hamburger (3%, 6% and 8%). The flour was characterized according to the physico-chemical, microbiological and functional analyzes showing a good performance for application in meat products. The mortadella and the hamburgers were characterized according to physical-chemical, microbiological, instrumental texture and sensory analysis. The mortadella showed satisfactory behavior in all analyzes, however the formulation containing 5,20% of the flour did not show satisfactory results for the sensory analysis. The hamburgers showed the highest percentage of income in cooking and better sensory acceptability having lower acceptance for formulation with 8% of the flour. The study of the application of this source of fiber of agricultural by-product in meat products, gains importance due to the numerous advantages that research generates, bringing benefits to the health of people, and for the industries as an alternative and cheaper source of dietary fiber.

Keywords: Fiber. Mortadella. Hamburger. Flour.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulações das mortadelas. ....	32
Tabela 2 - Formulações dos hambúrgueres.....	34
Tabela 3 - Resultado da análise granulométrica da farinha do sabugo de milho. ....	44
Tabela 4 - Composição centesimal da farinha de sabugo de milho (%), com seus respectivos desvios padrões. ....	46
Tabela 5 - Composição de fibra alimentar da farinha de sabugo de milho (%). ....	47
Tabela 6 - Valores de pH e atividade de água (Aa) da farinha de sabugo de milho..	48
Tabela 7 - Parâmetros da medição de cor da farinha de sabugo de milho. ....	49
Tabela 8 - Resultado das análises microbiológicas da farinha de sabugo de milho..	50
Tabela 9 - Capacidade de retenção de água (CRA), índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA), capacidade de absorção de óleo (CAO) capacidade de retenção de óleo (CRO) da farinha de sabugo de milho. ....	52
Tabela 10 - Atividade emulsionante (AE) e estabilidade da emulsão (EE) da farinha de sabugo de milho. ....	53
Tabela 11 - Composição centesimal das mortadelas adicionadas de farinha do sabugo de milho em base úmida (g/100g de amostra). ....	54
Tabela 12 - Determinação de amido e fibra alimentar estimada nas mortadelas adicionadas com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho (g/100g de amostra). ....	55
Tabela 13 - Valores de pH, atividade de água (Aa) e TBARS nas mortadelas adicionadas com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho. ....	57
Tabela 14 - Resultado das análises microbiológicas das mortadelas adicionadas de farinha do sabugo de milho. ....	58
Tabela 15 - Parâmetros L*, a*, b*, C* e h° de cor instrumental de mortadelas adicionadas com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho. ....	59
Tabela 16 - Perfil instrumental de textura para as mortadelas adicionadas com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho: dureza (N), elasticidade (mm), coesividade, gomosidade (N) e mastigabilidade (N X mm). ....	61

Tabela 17 - Notas para avaliação sensorial das mortadelas adicionadas com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho, utilizando escala estruturada de 7 pontos. ....	62
Tabela 18 - Notas para intenção de compra das mortadelas adicionadas com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho, utilizando escala em (%). ....	63
Tabela 19 - Composição centesimal dos hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho em base úmida (%). ....	64
Tabela 20 – Determinação de amido e fibra alimentar estimada nos hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho (g/100g de amostra). ....	65
Tabela 21 - Valores de pH, atividade de água (Aa) e TBARS nos hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho. ....	67
Tabela 22 - Resultado das análises microbiológicas dos hambúrgueres adicionados de farinha do sabugo de milho. ....	67
Tabela 23 - Parâmetro L*, a*, b*, C* e h° de cor instrumental de hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho armazenados a (-12 °C). ....	69
Tabela 24 - Perfil instrumental de textura para os hambúrgueres cozidos adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho: dureza (N), elasticidade (mm), coesividade, gomosidade (N) e mastigabilidade (N X mm). ....	70
Tabela 25 - Notas para avaliação sensorial dos hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho, utilizando escala estruturada de 7 pontos. ....	72
Tabela 26 - Notas para intenção de compra dos hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho, utilizando escala em (%). ....	72
Tabela 27 - Valores de rendimento de cozimento (%), retenção de água (%), redução de diâmetro (%) e encolhimento (%) nos hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho. ....	74

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	13
1 REVISÃO DE LITERATURA .....	16
1.1 Milho.....	16
1.2 Sabugo de milho .....	17
1.3 Fibras alimentares.....	18
1.4 Aplicação de fibras em produtos cárneos .....	19
1.5 Mortadela .....	21
1.6 Hambúrguer .....	22
2 OBJETIVOS .....	22
2.1 Objetivo geral .....	22
2.2 Objetivos específicos .....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Matéria – prima .....	23
3.2 Obtenção da farinha do sabugo de milho.....	24
3.3 Caracterização da farinha do sabugo de milho .....	24
3.3.1 Análises físico-químicas .....	24
3.3.2 Fibra alimentar total, solúvel e insolúvel .....	25
3.3.3 Amido .....	25
3.3.4 Análise do potencial hidrogeniônico (pH) .....	26
3.3.5 Análise da atividade de água (Aa) .....	26
3.3.6 Análise granulométrica .....	26
3.3.7 Análise instrumental de cor .....	27
3.3.8 Análise microbiológica .....	27
3.3.9 Propriedades funcionais da farinha de sabugo de milho .....	28
3.3.9.1 Determinação da capacidade de retenção de água (CRA) .....	28
3.3.9.2 Capacidade de absorção de óleo (CAO) .....	28

3.3.9.3	Determinação da capacidade de retenção de óleo (CRO).....	29
3.3.9.4	Determinação da atividade emulsionante (AE) .....	30
3.3.9.5	Determinação estabilidade de emulsão (EE) .....	30
3.3.9.6	Determinação do índice de absorção de água (IAA).....	30
3.3.9.7	Determinação de solubilidade em água (ISA) .....	31
3.4	Desenvolvimento das mortadelas de carne bovina adicionadas de farinha de sabugo de milho .....	32
3.4.1	Elaboração das mortadelas .....	32
3.5	Desenvolvimento de hambúrgueres de carne suína adicionados de farinha de sabugo de milho .....	34
3.5.1	Elaboração dos hambúrgueres.....	34
3.6	Caracterização dos produtos cárneos.....	35
3.6.1	Análise físico-química dos produtos cárneos .....	35
3.6.2	Análise de Amido em produtos cárneos .....	36
3.6.3	Análise do potencial hidrogeniônico (pH) em produtos cárneos.....	36
3.6.4	Análise da atividade de água (Aa) em produtos cárneos .....	36
3.6.5	Análise da oxidação lipídica pelo teste do ácido 2-tiobarbitúrico – TBARS em produtos cárneos.....	36
3.6.6	Análise microbiológica dos produtos cárneos.....	37
3.6.6.1	Contagem de <i>Staphylococcus coagulase positiva</i> .....	37
3.6.6.2	Contagem de Coliformes a 45°C.....	38
3.6.6.3	<i>Salmonella sp.</i> .....	38
3.6.6.4	<i>Clostridium</i> sulfito redutor a 46 °C.....	38
3.6.7	Análises instrumentais dos produtos cárneos .....	39
3.6.7.1	Análise de cor .....	39
3.6.7.2	Desempenho de cozimento dos hambúrgueres.....	39
3.6.7.3	Determinação do rendimento de cozimento dos hambúrgueres.....	39

3.6.7.4	Determinação do percentual de retenção de água dos hambúrgueres .....	40
3.6.7.5	Determinação do percentual de redução de diâmetro dos hambúrgueres .....	40
3.6.7.6	Determinação do percentual de encolhimento dos hambúrgueres .....	40
3.6.8	Análise de textura .....	41
3.6.9	Análise sensorial.....	41
3.6.9.1	Aspectos éticos .....	42
3.7	Análise estatística .....	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	43
4.1	Caracterização da farinha de sabugo de milho .....	43
4.1.1	Físico-química e microbiológica.....	43
4.1.2	Propriedades funcionais da farinha de sabugo de milho .....	50
4.2	Desenvolvimento das mortadelas de carne bovina adicionadas de farinha do sabugo de milho .....	53
4.2.1	Caracterização físico-química e microbiológica.....	53
4.2.2	Análises instrumentais e sensoriais.....	58
4.3	Desenvolvimento de hambúrgueres de carne suína adicionados de farinha do sabugo de milho .....	63
4.3.1	Caracterização físico-química e microbiológica.....	63
4.3.2	Análises instrumentais e sensoriais.....	68
4.3.3	Análises do desempenho de cozimento .....	73
5	CONCLUSÕES .....	75
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
7	ANEXO.....	92

## INTRODUÇÃO

Na atualidade, o desenvolvimento de produtos alimentícios com propriedades mais saudáveis é uma das maiores tendências no mundo, favorecido principalmente pelas novas orientações nutricionais bem como as mudanças de hábitos dos consumidores. O mundo está vivendo a era das fibras, um dos ingredientes alimentares mais utilizados no desenvolvimento de alimentos e que promovem saúde. As fibras alimentares vêm despertando e renovando o interesse de especialistas das áreas de nutrição e saúde. Entretanto, são escassas as publicações científicas que informam a quantidade de fibra a ser consumida por populações.

Grigelmo-Miguel; Gorinstein; Martín-Belloso (1999) afirmam que a ingestão diária de fibra alimentar em países desenvolvidos é cerca de 11 a 12g. Diferentes organizações propuseram recomendações para a ingestão de fibras alimentares, esses números propostos já sofreram modificações. A Organização Mundial da Saúde (OMS) sugeria, por exemplo, um consumo de 27 a 40 g/dia de fibras. A recomendação da Associação Dietética Americana (ADA, 2002) é similar à da OMS: a de que a ingestão de fibras alimentares para adultos seja de 20 a 35 g/dia. Em 2005 o Guia Alimentar para a População Brasileira, elaborado pelo Ministério da Saúde, também recomendou de 25 g de fibras alimentares por dia para adultos. O consumo da fibra é reconhecido como necessário pela legislação brasileira, que tornou obrigatória a informação nutricional da quantidade desse nutriente nos rótulos de alimentos industrializados, mesmo depois de diversas alterações das resoluções.

Especificamente para a prevenção do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, câncer, doença renal e diabetes, a Associação Norte-americana do Coração (AHA, 2006), desenvolveram algumas diretrizes. Dentre elas, está incluída a de que o consumo de fibras deve estar entre 25 e 30 g/dia provenientes da alimentação, como legumes, grãos integrais, frutas e vegetais. A Sociedade Brasileira de Cardiologia também orienta valores entre 20 a 30 g de fibras alimentares totais/dia para adultos, sendo que, desse total, 5 a 10 g devem ser fibras do tipo solúvel. No entanto, diversas organizações de saúde sugerem um aumento no consumo de fibra alimentar, com recomendações de 30 a 45 g por dia. De acordo

com vários estudos realizados nas áreas de nutrição e saúde, uma dieta balanceada e rica em fibras reduz o risco de câncer de cólon, obesidade, doenças cardiovasculares e previne outras enfermidades, logo um aumento no nível diário de ingestão de fibras tem sido recomendado (ALESON-CARBONELL et al., 2004).

Para Thebaudin et al. (1997), Guillon; Champ; Thibault (2000), as fibras alimentares são desejáveis não apenas por suas propriedades nutricionais, mas também por apresentarem propriedades funcionais, tecnológicas e econômicas. As fibras possuem funções de formar géis, reter água e gordura, aumentar a viscosidade, influenciando na textura, na formação e na estabilidade de emulsão (DIEPENMAAT-WOLTERS et al., 1993).

De acordo com Jiménez Colmenero; Carballo; Cofrades (2001) deve-se ter cuidado com a redução da gordura em alimentos, principalmente sob o aspecto sensorial, como textura, suculência e sabor. A utilização de substitutos de gordura, como as fibras ou a sua combinação com outros ingredientes, vem sendo estudada para se obter formulações com melhor aceitação pelos consumidores (CACERES; GARCIA; SELGAS; 2004). Alguns ingredientes com propriedades funcionais têm sido aplicados na indústria de alimentos e dentre eles destacam-se as fibras alimentares. Com o aumento da demanda por alimentos saudáveis, as indústrias e institutos de pesquisas investem no desenvolvimento de novas formulações ou modificações de produtos alimentícios tradicionais com o objetivo de atender o mercado consumidor buscando as melhores alternativas.

O aproveitamento de subprodutos agrícolas é um assunto de grande interesse, devido a sua possibilidade de aplicação, como ingrediente para a indústria de alimentos. O milho é produzido, principalmente, para alimentação e o grão proporciona uma série de produtos industrializados. Entretanto, algumas partes da planta não possuem um uso direto, como o sabugo, e neste caso, são subutilizados. Atualmente, o sabugo de milho é caracterizado como resíduo sendo utilizado principalmente para alimentação animal em baixa escala, proporcionando a subutilização dessa parte do alimento. O desenvolvimento da farinha do sabugo de milho possibilita o aproveitamento de uma matéria-prima rica em fibras, de alto teor de minerais, e permite sua utilização em produtos cárneos.

Considerando o interesse cada vez maior das pessoas em busca de alimentos mais saudáveis. Uma das novas tendências da indústria cárnea é a formulação de produtos cárneos diferenciados que contenham substâncias benéficas ou

propriedades superiores às dos produtos originais, sendo cada vez maior a oferta de produtos enriquecidos artificialmente com propriedades nutricionais e funcionais. Aliado a essa idéia o aproveitamento de subprodutos agrícolas tem ganhado força nos últimos anos como fonte de ingredientes para a indústria. O sabugo de milho, por exemplo, além de ser fonte de nutrientes e sais minerais é rico em fibras (RIBEIRO; FINZER, 2010).

O estudo na aplicação dessa fonte de fibra em alimentos como produtos cárneos ganha importância devido às inúmeras vantagens que a pesquisa poderá gerar tanto para as pessoas na questão benéfica à saúde, quanto para as indústrias como fonte alternativa e mais barata, quando comparada a outra fonte de fibra alimentar e ao meio ambiente quando se utiliza esse subproduto agrícola.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi desenvolver dois produtos cárneos com adição de diferentes percentuais de fibra, a partir da elaboração da farinha do sabugo de milho e caracterizar quanto às análises físico-químicas, microbiológicas e determinar a aceitabilidade através de avaliação sensorial.

# 1 REVISÃO DE LITERATURA

## 1.1 Milho

O milho (*Zea mays*) vem sendo cultivado há milhares de anos, pelos povos americanos, como sugere evidências arqueológicas pré-colombianas, que foram encontradas em pequenas ilhas do litoral mexicano, no Golfo do México (PERRY, 2006). Seu nome, de origem indígena caribenha, significa "sustento da vida". Esse cereal é largamente cultivado no mundo e têm sido utilizadas principalmente devido as suas propriedades nutricionais.

Há alguns séculos, o milho, tem sido amplamente utilizado diretamente tanto na alimentação humana quanto animal. Sua importância, não se limita apenas ao grande volume produzido mundialmente, mas também ao importante papel sócio-econômico que representa.

Em termos industriais, serve como matéria prima em diversos setores da indústria, como na de amido, dextrose, conservas, álcool e outros produtos manufaturados, constituindo-se em um dos cereais mais completos e cultivados em todo o mundo.

Devido ao tamanho do seu grão, ao seu bom rendimento, à facilidade de cultivo, à versatilidade no seu uso alimentício e às características de estocagem, o milho teve uma rápida aceitabilidade como alimento básico por parte da sociedade humana (BENTA, 1997, p. 9 apud MI, 1974). Uma espiga de milho madura é composta pelas seguintes partes: casca e palha, grãos e sabugo. A parte principal da planta é a espiga, composta de 70% de grãos, 20% de sabugo e 10% de palhas (BARBOSA, 2004). Entretanto, algumas partes da planta não possuem um uso direto. O sabugo, por exemplo, parte central da espiga no qual os grãos estão presos, é o resíduo após ser debulhado o milho.

Estes subprodutos são na maioria das vezes, descartados ou subutilizados, e estudos de seus potenciais biotecnológicos são ainda incipientes.

## 1.2 Sabugo de milho

O sabugo de milho entra na categoria de subprodutos da agricultura que ainda não teve o seu potencial totalmente explorado.

O sabugo de milho é a parte central da espiga de milho, estruturalmente divide-se o em quatro partes fundamentais: palha fina, a região externa do sabugo; palha grossa, camada que se segue à palha fina; anel lenhoso, região interna que constitui mais de 50% do sabugo; e medula região interna do anel lenhoso (VIEIRA, 2012). As proporções e as características físicas de cada parte do sabugo de milho podem variar de acordo com o cultivar.

A produção brasileira de milho esperada para a safra 2013/14 deverá ficar em 75.455,6 mil toneladas (CONAB, 2014). Baseando-se nestes dados, estima-se que em 2014, o Brasil produzirá aproximadamente 15 mil de toneladas de sabugo de milho. Para cada 100 kg de espigas de milho, aproximadamente 18 kg são formados pelo sabugo. Apesar da grande quantidade gerada desse subproduto, a variedade de utilização ainda não se mostra compatível com o seu potencial de uso. Contudo, algumas aplicações na indústria são atribuídas ao sabugo (SULTANA; ANWAR; PRZYBYLSKI, 2007). O sabugo pode ser utilizado para a produção de ração animal, alimentação bovina, bem como na confecção de feno e adubo. No âmbito industrial, devido às suas características de dureza e ainda por ser um material muito resistente, o sabugo tem sido utilizado para vários materiais. Além disso, é utilizado como abrasivos e polidores em produtos de limpeza, fabricação de tijolos e cerâmica (ZIGLIO, 2007).

Devido a enorme quantidade de subproduto de sabugo de milho gerada no Brasil, essas aplicações ainda são insuficientes para atender a necessidade da demanda. Por isso, outro emprego promissor é o ramo alimentício. Rico em fibras, o sabugo de milho também é fonte de nutrientes e sais minerais podendo ser utilizado como substituto parcial da farinha de trigo em receitas de bolos, biscoitos e pizzas. Em muitas regiões onde os derivados de trigo não são suficientes para suprir as necessidades da população, a inclusão de farinhas diferenciadas à alimentação mostra-se uma opção válida; no entanto, estas farinhas devem oferecer ao consumidor um produto de boa qualidade nutricional e sensorial (FASOLIN et al., 2007).

### 1.3 Fibras alimentares

A fibra alimentar é composta de diferentes polissacarídeos.

Filisetti (2006) descreve que, para a Food and Agriculture Administration (FAO), a fibra alimentar é constituída de substância cuja origem pode ser animal ou vegetal, sendo resistente à hidrólise de enzimas do trato gastrointestinal.

A compreensão do significado fisiológico de substâncias definidas como fibras alimentares e também do conceito de fibra alimentar progrediu consideravelmente nos últimos anos. Porém, ainda há muitos aspectos sobre as propriedades e funções das fibras alimentares que não estão muito esclarecidas. Alguns pesquisadores concordam que a definição de fibra alimentar deve ser baseada em critérios fisiológicos (CHAMP et al., 2003).

O Conselho de Saúde da Holanda (HCN, 2006) define fibras alimentares como substâncias não digeridas ou absorvidas no intestino delgado humano, que possuem estrutura de carboidratos, compostos análogos aos carboidratos, lignina e outras substâncias relacionadas.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), em sua Resolução RDC n. 360, de 23/12/2003, define fibra alimentar como qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano (BRASIL, 2003).

Há inúmeras controvérsias sobre a definição de fibra alimentar, componentes químicos envolvidos, métodos de análise utilizados para sua determinação, necessidade diária de ingestão e efeito fisiológico no organismo.

As principais fontes das fibras alimentares são componentes da parede celular (celulose, hemicelulose, lignina e pectinas) e componentes não estruturais (gomas e mucilagens), assim como aditivos industriais (celulose modificada, pectina modificada, gomas comerciais e polissacarídeos de algas) (GRIGELMO MIGUEL; MARTÍN BELLOSO, 1999). O que estas substâncias têm em comum é que não são degradadas no intestino delgado dos mamíferos pelas enzimas digestivas, contudo, a maior parte destas substâncias é degradada em maior ou menor extensão pelas bactérias resistentes do intestino grosso (COULTATE, 2007).

A fibra alimentar total pode ser dividida em duas frações, uma solúvel em água a 100 °C e pH entre 6 e 7 e a outra insolúvel (FERNÁNDEZ LÓPEZ et al.,

2004). As fibras alimentares foram classificadas em fibras solúveis e insolúveis, e de acordo com a solubilidade de seus componentes em água. Fibras solúveis (pectinas, gomas e mucilagens) formam uma rede de gel ou uma rede de espessão em algumas condições físico-químicas e, dessa forma, se ligam à água (THEBAUDIN et al., 1997). Fibras insolúveis (celuloses, ligninas e hemiceluloses) possuem forte capacidade higroscópica: favorecendo o aumento da capacidade de absorção de água, que pode ser superior a 20 vezes seu peso em água e também apresenta capacidade de absorver gordura (THEBAUDIN et al., 1997; JIMÉNEZ COLMENERO; CARBALLO; COFRADES, 2001).

A fibra dita como ideal deve ser concentrada, não ter componentes anti-nutricionais, não comprometer a vida útil do produto, apresentar boa proporção de fibra solúvel e insolúvel, e sabor suave. A fibra alimentar pode ser utilizada no enriquecimento de produtos ou como ingrediente, pois é constituída de polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos resistentes e amido resistente, entre outros, que tem diferentes propriedades (RODRIGUEZ et al., 2006). Estas propriedades permitem inúmeras aplicações na indústria de alimentos, como substituto de gordura, como agente estabilizante, espessante e emulsificante (GIUNTINI; LAJOLO; MENEZES, 2003).

Em função do exposto, Carbonell et al., (2005) descreveram que fibra alimentar não é só desejável como propriedade nutricional, mas também como propriedade funcional e tecnológica. A fibra melhora o rendimento ao cozimento, reduz custo de formulação e aumenta a textura limite do alimento.

#### **1.4 Aplicação de fibras em produtos cárneos**

A carne é o alimento com a maior fonte de proteínas de alto valor biológico, oferecendo também uma grande quantidade de nutrientes como minerais e vitaminas (ARIHARA, 2006). Apesar disto, alguns consumidores associam o consumo de carne e produtos cárneos a uma imagem negativa, devido ao alto conteúdo de gordura relacionado com o desenvolvimento de câncer, problemas cardiovasculares, hipertensão e obesidade (VALSTA; TAPANAINEN; MANNISTO, 2005).

Os consumidores também estão mais conscientes da relação existente entre alimentação e saúde e vêm buscando uma alimentação mais saudável, valorizando o aspecto nutricional e os benefícios que o alimento possa trazer à sua saúde (HAULY; MOSCATTO, 2002).

Essa demanda por alimentos mais saudáveis tem conduzido a indústria cárnea a desenvolver produtos diferenciados. Neste sentido, pesquisas para utilização de fibras alimentares em produtos cárneos têm sido realizadas com a finalidade de reduzir o teor de gordura e o valor calórico, além de melhorar a estrutura física, como textura e fatiabilidade do produto (FERNÁNDEZ LÓPEZ et al., 2004). O incremento do valor nutricional de carnes e produtos cárneos pode ser obtido através do melhoramento da composição e qualidade da carne ou através da reformulação dos produtos, adicionando ingredientes com propriedades funcionais (fibras, proteínas vegetais, antioxidantes naturais, entre outros) (SIRÓ et al., 2008).

As fibras vegetais quando agregadas aos produtos cárneos, melhoram a retenção de água e, em função disto, o sabor e a suculência. De acordo com Borroto; Larrauri; Cribeiro (1995), a absorção de água é influenciada pelo processo de produção, como extrusão, pelo tempo e temperatura de lavagem e pela moagem do produto seco. A temperatura do processamento, pH e a porosidade das partículas influenciam nas propriedades de hidratação das fibras (GUILLON; CHAMP; THIBAUT, 2000). A adição de fibras em produtos cárneos tem sido utilizada principalmente para produtos emulsionados, pelo seu sabor neutro, pela capacidade de retenção de água e também por reduzir a perda durante o cozimento (HUGHES; COFRADES; TROY, 1997; SELGAS; CÁCERES; GARCÍA, 2005).

De acordo com Thebaudin et al., (1997) fibras alimentares não são desejáveis apenas por suas propriedades nutricionais, mas também por suas propriedades funcionais e tecnológicas e porque podem ainda ser usadas para aumentar a demanda de produtos e subprodutos agrícolas como ingredientes para a indústria de alimentos.

De acordo com Dreher (1995) um alimento com teor de 2 a 3 % de fibra alimentar pode ser considerado uma boa fonte de fibra alimentar. No Brasil, a portaria nº27, da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária (1998), estabelece no regulamento técnico referente à informação nutricional complementar, que um alimento pode ser considerado fonte de fibra alimentar, quando apresentar no produto pronto 3g/100g para alimentos sólidos e 1,5g/100mL (base integral) para

líquidos; já com o dobro deste conteúdo é considerado um alimento com elevado teor de fibra alimentar. Os alimentos podem ser denominados funcionais por resultarem benefícios clínicos ou de saúde comprovada, além dos efeitos nutricionais conhecidos (SAAD et al., 2011).

Os alimentos funcionais possuem potencial para promover a saúde através de mecanismos não previstos na nutrição convencional, devendo ser salientado que esse efeito restringe-se à promoção da saúde e não a cura de doenças (ROBERFROID, 2007). A crescente demanda por esse tipo de alimento pode advir do aumento nos custos da saúde, da crescente expectativa de vida e também do desejo das pessoas melhorarem a sua qualidade de vida (SIRÓ et al., 2008).

Barreto (2007) relata algumas razões para se utilizar fibras em produtos cárneos: ingredientes que promovem benefícios à saúde possuem baixos valores calóricos, podem ser utilizados como substitutos parciais de gorduras, possuem excelente capacidade de retenção de água, odor neutro, favorecem o fatiamento de produtos e constituem-se em ingredientes com propriedades funcionais reconhecidas.

## 1.5 Mortadela

No Brasil o consumo de mortadela se popularizou, especialmente por ser um produto acessível, elaborado a partir de carnes de várias espécies de animais e por possuir uma legislação que permite a sua vasta classificação.

De acordo legislação brasileira, na Instrução Normativa n. 04, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2000), a mortadela é definida como um produto cárneo industrializado, obtido da emulsão de carnes de animais de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial de diferentes formas, submetido ao tratamento térmico adequado, defumado ou não.

Os requisitos estabelecidos para mortadelas são teores máximos de carboidratos totais de 10 %, amido de 5 %, umidade de 65 %, gordura de 30 % e proteína mínima de 12 % (BRASIL, 2000).

## 1.6 Hambúrguer

O hambúrguer já faz parte da rotina alimentar dos brasileiros, sendo de baixo custo, torna-se atrativo principalmente em virtude de suas características sensoriais, facilidade de preparo e elevado teor de lipídios, proteínas, vitaminas e minerais (QUEIROZ et al., 2005).

Pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer (BRASIL, 2000) o produto será designado de Hambúrguer ou Hamburger, seguido do nome da espécie animal. “Entende-se por hambúrguer o produto cárneo industrializado, obtido de carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado”. Também devem atender as seguintes características físico-químicas: gordura (máxima) 23,0 %; proteína (mínima) 15,0 %; carboidratos totais 3,0 %; teor de cálcio (máximo base seca) 0,1 % em hambúrguer cru e 0,45 % em hambúrguer cozido (BRASIL, 2000).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Desenvolver dois produtos cárneos com adição de diferentes percentuais de fibra, a partir da elaboração da farinha do sabugo de milho, realizando assim o aproveitamento deste subproduto agrícola.

## 2.2 Objetivos específicos

- Obter farinha do sabugo de milho seco;
- Avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e funcionais da farinha do sabugo de milho;
- Desenvolver mortadelas e hambúrgueres adicionados da farinha do sabugo de milho;
- Caracterizar os produtos cárneos elaborados quanto às análises físico-químicas e microbiológicas;
- Avaliar a aceitação sensorial das formulações dos produtos elaborados assim como avaliar a intenção de compra dos produtos.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Departamento de Tecnologia e Ciências de Alimentos (DTCA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

### 3.1 Matéria – prima

Os sabugos de milho secos foram doados por produtores rurais de Silveira Martins (RS, Brasil). A carne (paleta bovina desossada) e gordura utilizadas na formulação das mortadelas foram adquiridas em estabelecimento comercial localizado na cidade de Santa Maria (RS, Brasil). As carnes suínas congeladas (retalhos de pernil com aproximadamente 30 % de gordura e filezinho), utilizadas na formulação dos hambúrgueres foram doadas pela empresa Cooperativa Central Aurora Alimentos (Chapecó, SC, Brasil) que atua sob Inspeção Federal. Os demais ingredientes foram doados pela empresa BREMIL Indústria de Produtos Alimentícios LTDA (Arroio do Meio, RS, Brasil).

### 3.2 Obtenção da farinha do sabugo de milho

A farinha foi obtida de sabugos de milho secos, armazenados em galpões e transportados em sacos Raschel de Polietileno, com capacidade de 20 kg até a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Os sabugos foram selecionados, lavados com água corrente, higienizados com solução de hipoclorito a  $200 \text{ mg.L}^{-1}$ , por 20 minutos, enxaguados novamente em água corrente, e após mantidos em repouso para que escorressem o excesso de água. Em seguida foram cortados em fatias de aproximadamente 5 mm. Para a secagem, as fatias foram acomodadas em bandejas de alumínio e levadas a estufa com circulação de ar (Marconi MA-035/100, Piracicaba, Brasil) a  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  por 24 horas.

Após esse período, as fatias de sabugos foram retiradas da estufa permanecendo em temperatura ambiente até esfriar, para então serem trituradas duas vezes. A primeira moagem das fatias de sabugo de milho seco foi realizada em moinho de facas tipo *Willey* obtendo-se uma farinha grossa e menos uniforme. Após realizou-se a segunda moagem em moinho de facas com refrigeração (Modelo Marconi, São Paulo, SP, Brasil) para melhor redução das partículas tornando a farinha mais uniforme.

Em seguida a farinha foi embalada em sacos de polietileno, identificada e congelada em freezer convencional (Metalfrio, São Paulo, SP, Brasil) ( $-12 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Antes da utilização para as análises e aplicação nos produtos cárneos a farinha foi descongelada em temperatura ambiente por 1 hora e levada a estufa de circulação de ar forçada por 4 horas a  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### 3.3 Caracterização da farinha do sabugo de milho

#### 3.3.1 Análises físico-químicas

Para análise de umidade, proteína, cinzas, extrato etéreo, e carboidratos foi utilizada a metodologia descrita na AOAC (2005).

Para determinação de umidade foi utilizado método gravimétrico indireto a 105 °C. As proteínas foram determinadas pelo nitrogênio total, utilizando a técnica de Kjeldahl e o fator de 6,25 para conversão em proteína; às cinzas foram determinadas pela calcinação em mufla a 550 °C durante cinco horas; o extrato etéreo (lipídios) foi determinado por extração com éter etílico durante cinco horas em extrator de Soxhlet; os carboidratos foram obtidos pelo cálculo da diferença das demais frações analisadas.

### 3.3.2 Fibra alimentar total, solúvel e insolúvel

A determinação do teor de fibra alimentar total foi realizada tendo por base o método enzimático-gravimétrico, segundo a Association of Analytical Chemists (AOAC,1995).

A base de determinação dessas frações consiste em submeter a amostra moída (0,5 - 0,35 mm) à digestão enzimática com amilase, protease e amiloglicosidase. Depois do tratamento enzimático, o resíduo resultante foi filtrado imediatamente, para obtenção de fibra insolúvel, ou sofreu precipitação etanólica, para determinação de fibra total. A fibra solúvel é obtida pela diferença das duas frações. Em cada resíduo, foram realizadas determinações de proteína e cinzas, para a obtenção dos valores corrigidos de cada fração de fibra avaliada. As amostras foram analisadas em triplicata e, além disso, também foram conduzidas provas em branco.

### 3.3.3 Amido

De acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), foi utilizado o método de Lane-Eynon, onde a determinação da concentração do amido foi realizada por método titulométrico, utilizando-se o reativo de Fehling.

### 3.3.4 Análise do potencial hidrogeniônico (pH)

Para determinação do pH em 10g da amostra de farinha foi adicionada 100mL de água destilada sendo este conteúdo agitado por 30 minutos, permanecendo então, em repouso por 10 minutos. A determinação do pH foi realizada em triplicata através de potenciômetro digital (IAL, 1985).

### 3.3.5 Análise da atividade de água (Aa)

Para análise da atividade de água, a amostra foi colocada em uma cápsula padrão, a qual foi inserida no equipamento Aqualab®, modelo CX-2 (Decagon Decive inc., 2003) para realização da leitura direta.

### 3.3.6 Análise granulométrica

O fracionamento da farinha de sabugo de milho foi realizado para determinar a fração predominante na mesma. A distribuição granulométrica foi avaliada conforme a metodologia adaptada de Auffret et al., (1994). Uma série de 5 peneiras com malhas de 35, 60, 80 e 100 e 200 mesh (500, 250, 177, 149 e 74  $\mu\text{m}$ ) foram utilizadas para a realização da análise. Aproximadamente 50g da amostra foram adicionadas no topo do conjunto de peneiras, com a peneira de menor *mesh* na parte superior, e em seguida efetuou-se a vibração em um agitador eletromagnético de peneiras por 10 minutos em grau de vibração 8 do equipamento. A quantidade retida em cada peneira foi pesada e o resultado foi expresso em percentual da quantidade total avaliada.

### 3.3.7 Análise instrumental de cor

A análise da cor foi realizada em triplicata, utilizando-se o sistema CIE-Lab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), através da leitura em colorímetro (Chroma Meter CR-300 – Konica Minolta Sensing, Inc. - Japão) calibrado em placa de calibração branco (RAMOS e GOMIDE, 2007). A análise foi realizada com iluminante D65 e ângulo de observação de 10°. As medidas foram realizadas diretamente sobre a amostra da farinha. Os resultados foram expressos como  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $h^*$ . O valor de  $L^*$  determina a posição do ponto sobre o eixo vertical de claridade; o valor de  $a^*$  é do ponto sobre o eixo (-) verde/vermelho (+) e o valor de  $b^*$ , do ponto correspondente sobre o eixo (-) azul/amarelo (+).

Também foram calculados os índices C (saturação) e h (tonalidade) de acordo com as fórmulas (1) e (2):

$$Cab = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad (1)$$

$$h = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (2)$$

### 3.3.8 Análise microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com a Instrução Normativa nº 62 (BRASIL, 2003) e (APHA, 2001). Seguindo os padrões estabelecidos para farinha (*Bacillus cereus*, Coliformes a 45 °C e *Salmonella sp*) de acordo com a ANVISA (BRASIL, 2001) garantindo a qualidade microbiológica da farinha e sua utilização nos produtos elaborados posteriormente.

As avaliações microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Análises Químicas e Microbiológicas-Químicapura-Porto Alegre-RS.

### 3.3.9 Propriedades funcionais da farinha de sabugo de milho

#### 3.3.9.1 Determinação da capacidade de retenção de água (CRA)

Foi realizada de acordo com o método da AACC (1999).

A capacidade de retenção de água (absorção de água ou ligação de água) foi determinada como a máxima quantidade de água que 1 grama de material pode absorver e manter após centrifugação em baixa velocidade.

Foram pesados 5 gramas de amostra em um tubo de centrífuga de 50 mL previamente pesado. Cerca de 30 mL de água destilada foram adicionados para completa hidratação.

Os tubos com as amostras hidratadas foram submetidos à agitação em um agitador vortex (ATS 100 – Arsec – SP, Brasil) para homogeneização total. Em seguida, os mesmos foram centrifugados (2000 x g, por 10 minutos) em centrífuga (Modelo MTD II PLUS, Marca Logen Scientific). O sobrenadante foi descartado e o tubo novamente pesado.

A capacidade de retenção de água (CRA) foi quantificada através da equação e expressa em gramas de água/gramas de sólido.

Equação da capacidade de retenção de água (1):

$$CRA = \frac{(\text{Peso do tubo} + \text{Sedimento}) - (\text{Peso do tubo} + \text{Peso da amostra})}{\text{Peso da amostra}} \quad (1)$$

#### 3.3.9.2 Capacidade de absorção de óleo (CAO)

A capacidade de absorção de óleo seguiu o método proposto por Lin; Humbert; Sosulski, (1974).

Primeiramente foi realizada a homogeneização de 0,5g de amostra com 3g de óleo de soja refinado em um tubo de centrífuga graduado, durante 1 minuto.

Após repousar por 30 minutos, à temperatura ambiente (22-25 °C), as amostras foram centrifugadas durante 30 minutos a 1200G.

O sedimento do tubo da centrífuga, após separação do sobrenadante, foi pesado, permitindo, então a determinação da capacidade de absorção de óleo (CAO), aplicando-se a seguinte equação (2):

$$\%CAO = \frac{\text{Peso do sedimento (g)}}{\text{Peso da amostra (g)}} \times 100 \quad (2)$$

### 3.3.9.3 Determinação da capacidade de retenção de óleo (CRO)

Foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Wong e Cheung (2005).

Cerca de 2 gramas da amostra de fibra avaliada foram acondicionados em um tubo de centrífuga graduado de 50 mL. Sendo adicionados à amostra 20 mL de óleo de milho (Salada, Bunge).

Os tubos foram submetidos à agitação em um agitador vortex para homogeneização total, por um tempo de aproximadamente 10 minutos. Em seguida, os mesmos foram centrifugados (2000 x g, por 30 minutos). O sobrenadante (excesso de óleo) foi descartado e o tubo novamente pesado.

A capacidade de retenção de óleo (CRO) de cada amostra individual foi expressa como a quantidade de gramas de óleo retida por 1 grama da correspondente fibra, e calculada da mesma forma que a CRA.

Equação da capacidade de retenção de óleo (3):

$$CRO = \frac{(\text{Peso do tubo+Sedimento})-(\text{Peso do tubo+Peso da amostra})}{\text{Peso da amostra}} \quad (3)$$

#### 3.3.9.4 Determinação da atividade emulsionante (AE)

A atividade emulsionante foi avaliada de acordo com a metodologia empregada por Wong e Cheung (2005). Cerca de 1 grama de cada amostra de fibra foi pesado em um tubo de centrífuga graduado de 50 mL. Em seguida, foram adicionados 12,5 mL de água destilada e a mistura homogeneizada em um agitador vortex por um minuto. Após homogeneização, 12,5 mL de óleo de milho (Salada, Bunge) foram adicionados e a mistura novamente agitada por um minuto (agitador vortex). A emulsão formada foi centrifugada (500 x g, por 10 minutos) e a atividade emulsionante, expressa em percentual, e calculada pelo quociente entre a altura da camada emulsionada e a altura do volume total dentro do tubo.

#### 3.3.9.5 Determinação estabilidade de emulsão (EE)

A estabilidade de emulsão foi avaliada de acordo com a metodologia empregada por Wong e Cheung (2005). A emulsão formada em cada tubo foi aquecida em banho-maria a 80 °C por 30 minutos e posteriormente resfriada até atingir a temperatura de 25 °C. A amostra foi submetida à centrifugação nas mesmas condições da Atividade emulsionante. A estabilidade da emulsão foi calculada da mesma forma que a atividade emulsionante e também expressa em percentual.

#### 3.3.9.6 Determinação do índice de absorção de água (IAA)

O Índice de Absorção de Água (IAA) foi determinado segundo metodologia de Anderson et al., (1969). Em um tubo de centrífuga, previamente tarado, foram colocados 2,5g de amostra e 30mL de água. Os tubos foram agitados por 30 minutos em agitador mecânico e, em seguida, centrifugados a 4000 rpm por 10

minutos. O líquido sobrenadante foi transferido, cuidadosamente, para cápsula de alumínio previamente tarada e levada para estufa a 105 °C por 12 horas.

O gel remanescente foi pesado e o IAA calculado conforme a equação (4):

$$IAA = \frac{PRC}{PA-PR} \quad (4)$$

Onde:

PRC = peso do resíduo da centrifugação (g)

PA = peso da amostra (g) base seca

PRE = peso do resíduo da evaporação (g)

### 3.3.9.7 Determinação de solubilidade em água (ISA)

O índice de solubilidade em água (ISA) foi determinado segundo a metodologia descrita por Anderson et al. (1969). O Índice de Solubilidade em Água (ISA) foi calculado pela relação entre o peso do resíduo da evaporação e o peso seco da amostra, conforme a equação (5):

$$ISA = \frac{PRE}{PA} \times 100 \quad (5)$$

Onde:

PRE = peso do resíduo da evaporação (g)

PA = peso da amostra (g) base seca

### 3.4 Desenvolvimento das mortadelas de carne bovina adicionadas de farinha de sabugo de milho

#### 3.4.1 Elaboração das mortadelas

Para elaboração das mortadelas de carne bovina levou-se em consideração os requisitos descritos pela Legislação (BRASIL, 2000) e procedimentos descritos por Terra (2005).

Foram realizados três tratamentos com diferentes concentrações de farinha de sabugo de milho e um controle, conforme Tabela 1:

Tabela 1 - Formulações das mortadelas.

	Ingredientes (%)			
	CM	M1	M2	M3
Carne bovina sem osso (paleta)	62,99	61,10	59,85	58,56
Gordura suína	11,11	10,78	10,55	10,34
Farinha de sabugo de milho	-	2,22	3,70	5,20
Gelo	21,48	21,48	21,48	21,48
Sal	1,4	1,4	1,4	1,4
Polifosfato de sódio*	0,18	0,18	0,18	0,18
Proteína isolada de soja*	1,48	1,48	1,48	1,48
Sal de cura*	0,25	0,25	0,25	0,25
Condimento para mortadela*	0,37	0,37	0,37	0,37
Carragena*	0,37	0,37	0,37	0,37
Eritorbato de sódio*	0,18	0,18	0,18	0,18
Alho em pó	0,12	0,12	0,12	0,12
Pimenta preta moída	0,07	0,07	0,07	0,07

\* Conforme recomendação do fabricante  
 CM = 0%; M1 = 2,22%; M2 = 3,70%; M3 = 5,20%.

A carne (paleta bovina) e gordura foram congelados separadamente a  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ , e antes da utilização, foram mantidas em geladeira a  $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Electrolux, Curitiba, PR, Brasil) durante aproximadamente 18 horas.

As matérias primas e os demais ingredientes foram pesados separados nas quantidades prescritas nas formulações para cada tratamento. As matérias-primas carne e gordura foram moídas em moedor (Jamar PJ22, Jamar Ltda, São Paulo, SP, Brasil) em disco com orifício de 8 mm, não houve adição de toucinho em cubos e após ocorreu a devida separação por peso para cada tratamento inclusive os demais ingredientes.

Cada tratamento foi levado ao *cutter* para trituração, a carne, a gordura, o gelo e os demais ingredientes. Toda a carne (com temperatura inicial próxima a  $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) foi triturada por 2 minutos juntamente com o NaCl e o polifosfato de sódio, a mistura comercial de condimentos e o sal de cura. Em seguida, metade do gelo foi adicionada e, após 1 minuto de trituração, adicionou-se todo o toucinho suíno por mais 1 minuto. A seguir adicionou-se a carragena, o alho e a pimenta, então triturou-se a massa por mais 2 minutos e a seguir, adicionou-se a proteína isolada de soja e a farinha de sabugo do milho, triturou-se por mais 1 minuto. Após incorporou-se o restante do gelo e o eritorbato de sódio, triturando-se por mais 2 minutos aproximadamente, até que a temperatura da massa atingisse  $\pm 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Posterior à mistura cada um dos lotes apresentou aproximadamente 4 kg, o que deu origem a cada tratamento. A adição dos três diferentes níveis da farinha do sabugo de milho foram realizadas manualmente, exceto para o tratamento controle que não recebeu a adição de farinha.

As massas cárneas foram embutidas (Jamar EJI-09, Jamar Ltda, São Paulo, SP, Brasil) em envoltórios plásticos (5 cm de diâmetro, Spel, Atibaia, SP, Brasil), previamente hidratadas em água morna para facilitar o embutimento. Após o embutimento as mortadelas foram cozidas a  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 90 min, até atingir  $72\text{ }^{\circ}\text{C}$  na parte interna. Depois foram resfriadas em água corrente, identificadas e imediatamente levadas a estufa tipo B.O.D. (ELETROLAB, Modelo EL 202, São Paulo, Brasil) e conservadas à temperatura de  $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 3.5 Desenvolvimento de hambúrgueres de carne suína adicionados de farinha de sabugo de milho

#### 3.5.1 Elaboração dos hambúrgueres

Para o desenvolvimento das formulações de hambúrgueres de carne suína foi seguido o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer (BRASIL, 2000), e os procedimentos recomendados por Terra (2005), com modificações.

Foram realizados quatro tratamentos com diferentes concentrações de farinha de sabugo de milho, conforme Tabela 2:

Tabela 2 - Formulações dos hambúrgueres.

	Ingredientes (%)			
	CH	H1	H2	H3
Carne	82,53	79,53	76,53	74,53
Farinha de Sabugo de milho	-	3	6	8
Água	10,0	10,0	10,0	10,0
Proteína de soja	4,0	4,0	4,0	4,0
Cloreto de sódio	0,8	0,8	0,8	0,8
Condimento para hambúrguer*	1,2	1,2	1,2	1,2
Glutamato de sódio	0,3	0,3	0,3	0,3
Polifosfato de sódio	0,5	0,5	0,5	0,5
Alho em flocos	0,1	0,1	0,1	0,1
Cebola em flocos	0,1	0,1	0,1	0,1
Pimenta branca	0,1	0,1	0,1	0,1
Salsa desidratada	0,25	0,25	0,25	0,25
Fumaça líquida	0,02	0,02	0,02	0,02
Eritorbato de sódio	0,1	0,1	0,1	0,1

\*Conforme recomendação do fabricante  
CH = 0%; H1 = 3%; H2 = 6%; H3 = 8%.

A matéria-prima foi previamente descongelada em geladeira a  $\pm 5$  °C (Electrolux, Curitiba, PR, Brasil), moída (Moedor Jamar PJ22, Jamar Ltda, São Paulo, SP, Brasil) em disco com orifício de 8 mm e para cada um dos quatro tratamentos a carne foi levada até a misturadeira (Jamar MJ1 35, Jamar Ltda, São Paulo, SP, Brasil) para incorporação dos demais ingredientes.

A adição dos três diferentes percentuais pré-definidos da farinha do sabugo de milho foram realizadas na misturadeira para cada tratamento, exceto para o tratamento controle que não recebeu a adição de farinha.

Para cada tratamento, após a mistura de todos os ingredientes, as massas foram embutidas (Jamar EJI-09, Jamar Ltda, São Paulo, SP, Brasil) em envoltórios plásticos (5 cm de diâmetro, Spel, Atibaia, SP, Brasil), e foram imediatamente congeladas em freezer convencional (Metalfrio, São Paulo, SP, Brasil) (-12 °C). No dia seguinte, foram fatiados em fatiadeira (Malpa, São Paulo, SP, Brasil) para formação dos hambúrgueres, com espessura média de 1,0 cm, o envoltório plástico foi removido, e os hambúrgueres foram então embalados em sacos de polietileno de baixa densidade e mantidos em freezer a -12 °C.

### **3.6 Caracterização dos produtos cárneos**

#### **3.6.1 Análise físico-química dos produtos cárneos**

Para análise de umidade, proteína, cinzas, extrato etéreo, e carboidratos foi utilizada a metodologia descrita na AOAC (2005).

Para determinação de umidade foi utilizado método gravimétrico indireto a 105 °C. As proteínas foram determinadas pelo nitrogênio total, utilizando a técnica de Kjeldahl e o fator de 6,25 para conversão em proteína; às cinzas foram determinadas pela calcinação em mufla a 550 °C durante cinco horas; o extrato etéreo (lipídios) foi determinado por extração com éter etílico durante cinco horas em extrator de Soxhlet; os carboidratos foram obtidos pelo cálculo da diferença das demais frações analisadas.

A determinação de fibra bruta, foi realizada de acordo com o método de análise de fibra em saco filtrante (AOCS Ba 6a-5), utilizando o analisador de fibra (ANKOM<sup>200</sup>, NY, USA, 2008).

### 3.6.2 Análise de Amido em produtos cárneos

A análise foi realizada seguindo as considerações feitas no item 3.3.3.

### 3.6.3 Análise do potencial hidrogeniônico (pH) em produtos cárneos

A medida do pH foi realizada homogeneizando-se dez gramas de amostra com água destilada (1:10 p/v) no liquidificador e determinado o pH (DIGIMED, Modelo DM-23DC-pHmetro, São Paulo, Brasil), sendo a leitura realizada em triplicata (TERRA & BRUM, 1988).

### 3.6.4 Análise da atividade de água (Aa) em produtos cárneos

Para análise da atividade de água, a amostra foi colocada em uma cápsula padrão, a qual foi inserida no equipamento Aqualab<sup>®</sup>, modelo CX-2 (Decagon Decive inc., 2003) para realização da leitura direta.

### 3.6.5 Análise da oxidação lipídica pelo teste do ácido 2-tiobarbitúrico – TBARS em produtos cárneos

A avaliação da oxidação lipídica foi determinada pelo método de TBARS (substâncias resultantes da oxidação lipídica reativas ao ácido tiobarbitúrico),

seguindo metodologia descrita por Raharjo; Sofos; Schmidt (1992), adaptado por Pereira (2009). Pesou-se 10g de amostra previamente moída e homogeneizada em saqueta plástica. Adicionou-se 40 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5 % e 1 mL do antioxidante sintético butilhidroxitolueno (BHT) 0,15 %. Foi homogeneizado por um minuto em Stomacher Elétrico Modelo BOIT-STO1 (LABOR, São Paulo, Brasil) e após filtrou-se com auxílio de papel filtro qualitativo para balão volumétrico de 50 mL, sendo o volume completado com a solução de ácido tricloroacético 5 %. Deste balão, retirou-se uma alíquota de 5 mL e transferiu-se para tubo de ensaio, onde foi adicionado 5 mL de ácido tiobarbitúrico 0,08M em ácido acético 50 %. Os tubos com as amostras e reativos foram colocados em banho Maria (Solab, modelo SL-152/10, Piracicaba, Brasil) a 100 °C por 40 minutos (BRAGAGNOLO; DANIELSEN; SKIBSTED, 2005). Após o resfriamento procedeu-se a leitura em espectrofotômetro (SP-220 marca Biospectro, São Paulo, Brasil) a 531nm. A densidade ótica lida foi multiplicada por 7,8 (TANG et al., 2001). O resultado foi expresso em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra (mg MDA/kg amostra).

### 3.6.6 Análise microbiológica dos produtos cárneos

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com a Instrução Normativa nº 62 (BRASIL, 2003) seguindo os padrões estabelecidos pela ANVISA (BRASIL, 2001) (Coliformes a 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella* sp e *Clostridium* sulfito redutor), a fim de garantir a qualidade microbiológica dos produtos elaborados para análise sensorial, realizada posteriormente.

#### 3.6.6.1 Contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva

Para o método para determinação de *Staphylococcus* coagulase positiva (BRASIL, 2003), utilizou-se Agar Baird-Parker. As diluições foram semeadas em placas e incubadas invertidas a 36 ±1 °C por 30 a 48h. Foram realizadas as contagens de colônias típicas, de cor preta brilhante com anel branco opaco rodeado

com halo claro transparente. Para confirmação do teste de coagulação do *Staphylococcus* coagulase positiva, três a cinco colônias típicas foram selecionadas e semeadas em caldo de infusão cérebro-coração (BHI), e plasma de coelho.

#### 3.6.6.2 Contagem de Coliformes a 45°C

Para a contagem de coliformes a 45°C (coliformes fecais) foram repicadas colônias suspeitas em caldo EC (*Escherichia coli*), incubou-se a  $45 \pm 0,2$  °C pelo período de 48h, observando-se a produção de gás pelas colônias, através da presença de gás nos tubos de Durham (BRASIL, 2003).

#### 3.6.6.3 *Salmonella* sp

Apartir de 25 g da amostra foi realizado um pré-enriquecimento em caldo lactosado a 37 °C durante 24h. Após, foi realizado um enriquecimento seletivo em caldo tetracionato verde brilhante e rappaports vassiliadis, levou-se a estufa por 24h a 42,5 °C. Apartir destes semeou-se uma alíquota em placas com ágar SS (*Salmonella Shiguella*) e ágar Rambach, e foram incubados a 37° C por 24h, para confirmação final foi realizada a série bioquímica (BRASIL, 2003).

#### 3.6.6.4 *Clostridium* sulfito redutor a 46 °C

Apartir de 25 g da amostra foi realizada a inoculação em meios de cultura seletivos. Após as placas foram incubadas em jarras de anaerobiose, os *Clostridium* formam colônias negras, devido à reação de redução de sulfito a sulfeto, que reage com citrato de amônio e ferro III, formando um precipitado negro (BRASIL, 2003).

### 3.6.7 Análises instrumentais dos produtos cárneos

#### 3.6.7.1 Análise de cor

Foi realizada em sextuplicata, a temperatura ambiente, na superfície das amostras. Seguindo as mesmas considerações descritas no item 3.3.7.

#### 3.6.7.2 Desempenho de cozimento dos hambúrgueres

Os hambúrgueres foram previamente descongelados a  $\pm 5$  °C por 12 horas, foram cozidos em grill compacto (George Foreman – GR0040 R, Rio de Janeiro, Brasil). O equipamento foi aquecido até uma temperatura estabilizada em  $76$  °C  $\pm 5$  °C. O cozimento das peças deu-se por contato das duas faces com a chapa por aproximadamente 15 minutos, virando-os em média a cada 5 minutos. Por fim, os hambúrgueres foram retirados quando a temperatura do centro geométrico de cada peça atingiu um mínimo de  $72$  °C, com um máximo de  $75$  °C aferidos com termômetro espeto analógico. Em seguida, os hambúrgueres foram mantidos em caixa térmica por aproximadamente 1 hora para equalização da temperatura. Esta metodologia foi adaptada de Alesson-Carbonell et al. (2005); Piñero et al. (2008).

#### 3.6.7.3 Determinação do rendimento de cozimento dos hambúrgueres

O rendimento de cozimento foi determinado pela medida do peso de seis hambúrgueres de cada ensaio antes e após o cozimento. Esta metodologia foi adaptada de Piñero et al. (2008).

O rendimento, em percentual, foi calculado pela equação (6):

$$\% \text{ de Rendimento de cozimento} = \frac{\text{Peso da amostra Cozida}}{\text{Peso da amostra Crua}} \times 100 \quad (6)$$

#### 3.6.7.4 Determinação do percentual de retenção de água dos hambúrgueres

O valor do percentual de retenção de água representa a quantidade deste componente retido no produto final cozido por 100g de produto cru (PIÑERO et al., 2008).

Este valor foi obtido pela equação (7):

$$\% \text{ de Retenção de água} = \frac{(\% \text{ de Rendimento de Cozimento} \times \% \text{ de Umidade amostra Cozida})}{100} \quad (7)$$

#### 3.6.7.5 Determinação do percentual de redução de diâmetro dos hambúrgueres

Os percentuais de redução de diâmetro (PIÑERO et al., 2008) foram obtidos pela equação (8):

$$\% \text{ de Redução de Diâmetro} = \frac{(\text{Diâmetro crua} - \text{Diâmetro Cozida})}{\text{Diâmetro Crua}} \times 100 \quad (8)$$

#### 3.6.7.6 Determinação do percentual de encolhimento dos hambúrgueres

Os percentuais foram determinados a partir das medidas de espessura e diâmetro da amostra crua e cozida (EL-MAGOLI; LARROIA; HANSEN, 1996) através da equação (9):

$$\% \text{ de Encolhimento} = \frac{(\text{Esp. crua} - \text{Esp. Cozida}) + (\text{Diâmetro Crua} - \text{Diâmetro Cozida})}{(\text{Esp. Crua} + \text{Diâmetro Crua})} \times 100 \quad (9)$$

### 3.6.8 Análise de textura

A análise do perfil de textura (TPA) foi realizada em texturômetro TA-XT, plus Texture Analyzed e Texture Expert Exponent Software (Stable Microsystems Ltd., Surrey, Inglaterra). A avaliação instrumental de textura com farinha de sabugo de milho foram realizadas seguindo algumas considerações.

As mortadelas foram cortadas em cubos 2,0 x 2,0 x 1,5 (largura, comprimento e altura) e um teste de ciclo de compressão dupla. As amostras de hambúrgueres foram cortados em formato cilíndrico, com tamanhos pré-definidos (1 cm altura x 2 cm diâmetro) e foram obtidas da região central de hambúrgueres. A temperatura das amostras foi equalizada até a temperatura ambiente. Para cada tratamento, seis determinações foram realizadas.

Foi realizada até 50 % de compressão da altura parte original com um *probe* cilíndrico de alumínio de 45 milímetros de diâmetro. As condições de análise de textura foram os seguintes: pré-teste velocidade 1 mm/s, pós-teste velocidade 5 mm/s, força gatilho de 1g e 5g. Os seguintes parâmetros foram quantificados: dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade (BOURNE, 1978).

### 3.6.9 Análise sensorial

A análise sensorial das mortadelas e dos hambúrgueres adicionados da farinha de sabugo de milho foi realizada após os resultados microbiológicos, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - RS.

A avaliação foi aplicada de acordo com as respostas de 50 provadores não treinados para as mortadelas e 56 provadores para hambúrgueres. As amostras foram mantidas em geladeira a  $\pm 7$  °C (Electrolux, Curitiba, PR, Brasil). As mortadelas foram cortadas em cubos 2,0 x 2,0 x 2,0 (largura, comprimento e altura), codificadas e oferecidas aos provadores a temperatura ambiente.

As amostras dos hambúrgueres foram descongeladas em geladeira a  $\pm 7$  °C (Electrolux, Curitiba, PR, Brasil), colocadas em fôrmas de alumínio e submetidas a cocção em forno elétrico (Fischer Grill 44 L, Fischer, Brusque, SC, Brasil) a 180 °C por aproximadamente 25 minutos (até atingir a temperatura interna de 75 °C), sendo virados na metade do tempo, foram então cortadas em quatro pedaços uniformes, com 2,5 cm de raio, codificadas e oferecidas aos provadores a temperatura ambiente.

Foi utilizado um teste de afetividade, onde foram avaliados os atributos cor, odor, sabor e aparência, utilizando uma escala hedônica estruturada de 7 pontos (1 desgostei muitíssimo e 7 gostei muitíssimo), conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Também foi aplicado o teste de intenção de compra, utilizando escala estruturada de 5 pontos (1= certamente compraria e 5= certamente não compraria) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1987).

Este projeto foi encaminhado para o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP- CONEP) da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM de acordo com a Res. CNS 196/96, "toda pesquisa envolvendo seres humanos deverá ser submetida à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa".

#### 3.6.9.1 Aspectos éticos

A análise sensorial foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria com número do CAAE 27192014.7.0000.5346. Anteriormente à realização das análises sensoriais, os consumidores eram advertidos sobre a manifestação de possíveis reações alérgicas e alguns desconfortos abdominais devido à ingestão do produto, sendo possível a sua desistência em participar da análise. Adicionalmente, todos os consumidores que concordaram em participar do teste assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

### 3.7 Análise estatística

O desenho experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com um controle e 3 tratamentos, totalizando 4 unidades experimentais. As determinações foram realizadas em triplicata, exceto as análises de cor e análise instrumental de textura, que foram em sextuplicata nos produtos cárneos.

Os dados foram avaliados através do teste de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5 % ( $p < 0,05$ ), utilizando o programa estatístico SPSS 17.0.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Caracterização da farinha de sabugo de milho

#### 4.1.1 Físico-química e microbiológica

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados da análise granulométrica, na qual 62,2 % das partículas da farinha apresentaram tamanho superior ou igual a 250 $\mu$ m, não apresentando as características de farinha considerada uniforme. Esse resultado possivelmente deve-se a alta concentração de fibra e dureza dos sabugos de milho seco. Não houve fracionamento da farinha do sabugo de milho com o objetivo de selecionar parte desta, sendo utilizada a farinha de forma integral neste estudo.

A distribuição do tamanho das partículas influencia a capacidade da farinha de absorver água, sendo que as partículas menores absorvem proporcionalmente mais água e mais rapidamente que as partículas maiores. A uniformidade na granulometria é mais importante que o próprio tamanho das partículas, pois favorece uma melhor distribuição da água pela massa (HOSENEY; ROGERS, 1990). De

acordo com Larrauri; Rodrigues; Barroto, (1994) o tamanho da partícula de fibra influencia na textura, aspecto e qualidade dos alimentos onde serão aplicados e se recomenda que estejam entre 430 e 150  $\mu\text{m}$ , porém, a granulometria da fibra poderá ser definida de acordo com a aplicação.

Dentro de uma mesma fonte de fibra podem existir diversas classificações granulométricas, sendo cada uma indicada para uma finalidade de aplicação específica.

O tamanho de partícula influencia diretamente a capacidade de absorção de água, o tempo de mistura e as características sensoriais (como aparência, sabor e textura) (BORGES et al., 2003). Se o tamanho das partículas da matéria-prima variar de forma significativa, o produto final poderá conter partículas indesejáveis com diferentes graus de cocção, resultando na diminuição da qualidade, tanto na aparência quanto na palatabilidade do produto final (CARVALHO et al., 2012). Em alimentos industrializados, a distribuição granulométrica pode interferir na capacidade de retenção de água, na capacidade de retenção de óleo, no intumescimento e na densidade (SANGNARK; NOOMHORM, 2003).

Tabela 3 - Resultado da análise granulométrica da farinha do sabugo de milho.

PENEIRA		FARINHA % de retenção
Malha (mesh)	Abertura ( $\mu\text{m}$ )	
35	500	41,4
60	250	20,8
80	177	6,2
100	149	3,6
200	74	8,0
Fundo		14,2
Perdas		5,8

Os resultados da avaliação da composição centesimal estão expostos na Tabela 4.

A farinha do sabugo de milho apresentou baixa umidade 4,68 %. Esse resultado deve estar relacionado à origem da matéria-prima, que já apresentava baixa umidade, por ter sofrido uma secagem natural durante o período de estocagem, além do processo de secagem forçada das fatias do sabugo de milho,

mesmo após a higienização das mesmas. Kuan e Liong (2008) determinaram baixo valor de umidade de 5,90 %, para farinha do sabugo de milho. No mesmo estudo avaliaram outros materiais ricos em fibras provenientes de resíduos da agricultura (casca de arroz, palha de trigo e okara) e constataram umidade máxima de 7,62 % para palha de trigo. Ziglio et al. (2007) determinaram 8,9 % de umidade para farinha de sabugo de milho verde. Vieira et al., (2012) determinaram 8,19 % para farinha do sabugo de milho verde in natura, 7,65 % para farinha do sabugo de milho maduro in natura e 6,74 % para farinha do sabugo de milho cozido.

Os resultados obtidos para proteína, cinzas e gordura foram baixos, o que era esperado, já que valores mais relevantes são encontrados nos grãos de milho e não no sabugo. Devido a esses baixos constituintes, a farinha do sabugo de milho pode ser empregada como ingrediente em alimentos, com baixas quantidades de cinzas e gorduras, e variável conteúdo de proteínas sem causar grande interferência no aumento dos valores (ROSELL; SANTOS; COLAR, 2009).

Alguns estudos de proteínas na farinha do sabugo de milho mostraram-se maiores que os 2,02 % encontrados neste estudo. Esse resultado também pode ser relacionado ao tratamento de lavagem dos sabugos, que possibilitaram uma baixa remoção de proteínas. Ziglio et al., (2007) determinaram 2,5 %, em farinha de sabugo de milho verde. Garmus et al., (2009), também encontraram o mesmo resultado para proteína, em farinha de casca de batata (2,5 %).

O teor de cinzas encontrado neste trabalho para farinha foi de 0,81 %, muito abaixo dos resultados encontrados por outros autores. Essa variação pode estar ligada ao cultivar de milho, assim como ao processo de plantio, solo e adubagem. Ziglio et al., (2007) encontrou 2,3 % de cinzas em farinha do sabugo de milho verde. Vieira et al., (2012) determinaram 1,69 e 2,14 %, e em outro estudo 6,24 % e 6,43 % foram determinados por Kuan e Liong (2008). Estes valores elevados foram atribuídos à presença de constituintes metálicos como silício, potássio, cálcio, sódio, ferro, magnésio e outros metais. Alfredo et al., (2009) também observaram a relação entre a presença de minerais (metais) com a quantidade de cinzas em fibras de sálvia hispânica. Neste trabalho não foi relacionado o percentual de cinzas com a quantificação de minerais presentes na farinha do sabugo de milho.

Para lipídios, o baixo valor de 0,26 % pode ser explicado devido a maturação da espiga de milho, que tende a diminuir a quantidade de lipídios e aumentar a quantidade de açúcar.

O grande número de cultivares de milho gera uma ampla variabilidade de matéria-prima, o que pode afetar os resultados da composição centesimal.

Tabela 4 - Composição centesimal da farinha de sabugo de milho (%), com seus respectivos desvios padrões.

Amostra	Umidade (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)	Lipídios (%)	Amido (%)
Farinha de Sabugo de Milho	4,68 ±0,09	2,02 ±0,14	0,81 ±0,06	0,26 ±0,05	14,38 ±0,03

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=3).

A composição de fibra alimentar da farinha de sabugo de milho está apresentada na Tabela 5. O conteúdo expressivo de fibra alimentar presente na farinha do sabugo de milho agrega valor positivo a essa farinha.

De acordo com Figuerola et al., (2005), alimentos e concentrados que contêm acima de 60 % de fibra alimentar total em sua composição (base seca) podem ser considerados como fontes ricas em fibras. A farinha do sabugo de milho poderia desempenhar efeitos na regulação intestinal e no volume fecal, que estão relacionados ao consumo de fibras insolúveis (CHAU; HUANG, 2003). Além disto, altos teores de fibras insolúveis podem promover uma maior sensação de saciedade, além de diminuir problemas de constipação e conseqüentemente de câncer colo retal (ALFREDO et al., 2009). A ausência de um percentual satisfatório de fibra alimentar insolúvel pode comprometer o efeito que as fibras alimentares podem exercer sobre os níveis de colesterol no sangue e na absorção de glicose pelo intestino (GRIGELMO-MIGUEL; MARTÍN-BELLOSO, 1999).

No Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena) da USP (Universidade de São Paulo), na farinha de maracujá elaborada a partir das cascas e sementes da fruta foi encontrado mais de 64 % de fibra alimentar insolúvel (USP, 2013). A farinha de bagaço de mandioca possui teor de fibra alimentar total, solúvel e insolúvel até 100 vezes maior, em relação à farinha de mandioca (SOUZA, 2011).

Um produto sólido pronto para o consumo, para ser considerado “fonte” de fibras, deve conter 3 g/100 g de fibra alimentar total, e, para ser considerado como de “alto teor” de fibras, 6 g/100 g (BRASIL, 2009). Mattos & Martins (2000) propuseram a seguinte classificação para o teor de fibras presente em 100 g de alimentos: muito alto (superior a 7 g), alto (4,5 - 6,9 g), moderado (2,4-4,4 g) e baixo (inferior a 2,4 g).

De acordo com os resultados, a adição da farinha do sabugo de milho em produtos cárneos não comprometeria fortemente a composição centesimal de uma formulação em comparação com uma tradicional (sem adição de fibras), devido aos baixos teores de umidade, proteína e lipídios das mesmas. Como a maior parte dos carboidratos é constituído de fibras, a grande contribuição da adição destes ingredientes seria na quantidade de fibra alimentar do produto cárneo.

Tabela 5 - Composição de fibra alimentar da farinha de sabugo de milho (%).

Amostra	Fibra Alimentar Total (%)	Fibra Alimentar Insolúvel (%)	Fibra Alimentar Solúvel (%)
Farinha de Sabugo de Milho	95,1 ±0,58	91,95 ±1,38	3,69 ±1,11

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=3).

Na Tabela 6 estão expostos os valores de pH e Aa da farinha do sabugo de milho. O resultado do pH foi de 5,63, considerado satisfatório, pois o pH, pode ser uma forma de identificação da deterioração do alimento pelo crescimento de microrganismos. Sob a ótica da conservação de alimentos, o pH figura como um parâmetro de grande importância pois, sendo seletivo da presença microbiana e da ocorrência de interações químicas, define o rigor dos tratamentos industriais, além da influência na conservação.

Outros fatores que podem influenciar o pH são a variedade, a região e o cultivo dos produtos utilizados para extração de fibras (GRIGELMO-MIGUEL; MARTÍN BELLOSO, 1999). Em produtos alimentícios em que o pH exerce influência sobre a tecnologia de fabricação, deve-se tomar o cuidado para que a adição de ingredientes com determinado grau de acidez não interfira nas propriedades

sensoriais (como o sabor e a cor) e em etapas subsequentes de processamento (como coagulação, fermentação, fixação de corantes, etc.). Como a adição de fibras geralmente é realizada com baixos percentuais, o pH das mesmas tende a exercer pouca influência sobre o pH do produto final. Porém, a determinação deste índice é importante para avaliar o comportamento do produto durante o seu período de conservação.

Alguns estudos encontraram resultados próximos ao da farinha do sabugo de milho. Garmus et al., (2009) encontraram pH 5,7 para farinha de casca de batata. Ziglio et al., (2007) determinaram pH 7,0 para farinha de sabugo de milho verde e Dias e Leonel (2006) determinaram pH de 5,8 para farinha de mandioca.

De acordo com a Tabela 6, o valor médio de atividade água obtido para a farinha do sabugo de milho foi de 0,30 o que demonstra dificuldade para ocorrer multiplicação de microrganismos, já que estes precisam de ao menos 0,6 de atividade de água para se desenvolverem (PRAKONGPAN; NITITHAMYONG; LUANGPITUSKA, 2002). Mendes (2013) encontrou 0,34 de atividade água para farinha da casca de abacaxi e 0,33 para farinha de casca de manga. Ainda de acordo com Santana (2005), quando a atividade de água baixar para o intervalo de 0,3, a água não seria utilizada por microrganismos nem para dissolver componentes do alimento, o que leva as reações a terem velocidade que tende à zero, com exceção da oxidação dos lipídios, que é consideravelmente mais rápida.

Tabela 6 - Valores de pH e atividade de água (Aa) da farinha de sabugo de milho.

Amostra	pH	Atividade água (Aa)
Farinha de Sabugo de Milho	5,63 ±0,15	0,30 ±0,01

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=3).

Os parâmetros de cor estão apresentados na Tabela 7. Altos valores de L\* e baixos valores de a\* e b\* foram determinados, demonstrando que a farinha teve uma cor clara com tendência ao amarelo. O valor de C\* que indica a pureza ou a intensidade da cor apresenta 2,83 para farinha do sabugo de milho, caracterizando uma tendência a cores mais neutras (cinza). O ângulo de tonalidade (h°) foi de

86,87, indicando uma coloração entre vermelho e amarelo, com maior proximidade a tonalidade ao amarelo.

Observa-se que a variedade de cores dos sabugos utilizados não interferiu na cor da farinha. Porém, Grigelmo-Miguel e Martín-Belloso (1999) relataram que a coloração de fibras alimentares provenientes de frutas e vegetais pode ser influenciada por diferentes fatores, como variedade e grau de maturação. No entanto, o mais importante destes fatores é o processo de secagem de polpas e de cascas. Durante a desidratação, que geralmente é realizada a elevadas temperaturas, pode ocorrer escurecimento enzimático e não enzimático (reações de Maillard) o que torna a coloração do produto mais escura.

Wong e Cheung (2005) encontraram resultados dos parâmetros de cor altos de L\* e baixos de a\* e b\* para fibras obtidas a partir de cogumelos, o que sugere a aplicação deste ingrediente em pães e biscoitos sem interferência na cor característica. Sangnark e Noomhorm (2003) não observaram diferenças impactantes de coloração em um pão preparado com fibra alimentar de cana-de-açúcar quando foram utilizadas diferentes faixas de granulometria na formulação. Em alguns casos, pode existir uma relação entre a coloração da fibra e o seu conteúdo de cinzas (KUAN; LIONG, 2008). Cinzas que contêm altas concentrações de silício e uma quantidade considerável de constituintes metálicos podem conferir cores mais escuras às fibras. Tal consideração foi observada quando foram comparadas as fibras da casca de arroz (mais escuras) com as de sabugo de milho e palha de trigo (mais claras).

Tabela 7 - Parâmetros da medição de cor da farinha de sabugo de milho.

Amostra	L*	a*	b*	C*	h°
Farinha de Sabugo de Milho	96,69 ±0,74	0,15 ±0,05	2,73 ±0,52	2,83 ±0,42	86,87 ±1,31

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=3).

Os resultados das análises microbiológicas da farinha de sabugo de milho estão apresentados na Tabela 8. De acordo com estes, a farinha encontrou-se dentro dos padrões microbiológicos exigidos pela legislação brasileira (BRASIL,

2001), que estabelece ausência de *Salmonella sp* em 25g de amostra, máximo de  $10^2$  UFC/g para Coliformes a 45 °C e  $3 \times 10^3$  UFC/g para *Bacillus cereus*.

Tabela 8 - Resultado das análises microbiológicas da farinha de sabugo de milho.

Determinações	Farinha de sabugo de milho	PADRÕES*
<i>Bacillus cereus</i> UFC/g	$< 1,0 \times 10^2$	$3 \times 10^3$
Coliformes a 45 °C UFC/g	$1,5 \times 10^1$	$10^2$
<i>Salmonella sp/25g</i>	ausente	Ausência em 25g

\* BRASIL, 2001

#### 4.1.2 Propriedades funcionais da farinha de sabugo de milho

A Tabela 9 apresenta baixos valores para os resultados de capacidade de retenção de água, índice de absorção de água, índice de solubilidade em água, capacidade de absorção de água e capacidade de retenção de óleo . Podendo estar relacionado a desuniformidade das partículas da farinha, ao longo processo de moagem dos sabugos de milho e da farinha assim como ao baixo teor de amido presente na farinha.

Segundo Rosell; Santos; Collar, (2009) as propriedades de hidratação em água diminuem com a redução do tamanho da partícula. Ocorre a hipótese de que durante os processos de redução de tamanho pode haver destruição da estrutura da matriz fibrosa, aumentando a área superficial e, com isso, mais grupos polares com sítios ligantes podem interagir com a água da vizinhança, reduzindo a absorção de água pela fibra (HUBER, 2012). Auffret et al., (1994) concluíram que a moagem pode exercer influência nas propriedades higroscópicas de fibras. O valor de capacidade de retenção de água (CRA) encontrado neste trabalho apresenta algumas diferenças quando comparados com outros estudos com diferentes fibras, isto por que mais de 50 % da amostra apresentou tamanho superior a 250  $\mu\text{m}$ . As variações encontradas nas propriedades de hidratação não têm relação exclusiva com o tamanho das partículas. A estrutura química, a forma das partículas, o pH, a temperatura, o tempo de hidratação e o método de avaliação da propriedade

também exercem grande influência, podendo gerar diferenças nos valores encontrados (LARRAURI et al., 1996; CARVALHO et al., 2009).

O resultado deste estudo para índice de absorção de água foi de 4,03 %. Robertson et al., (2000) consideram como padrão para IAA, níveis acima de 20 %, para as farinhas de frutas e vegetais ricos em fibra. No estudo de farinhas com diferentes frutas, Neves et al., (2008) apresentaram valores abaixo de 20 % para todas amostras. Lustosa et al. (2009) encontraram para os IAA das misturas de farinha de mandioca e caseína variaram de 3,90 a 4,69 %.

Baixos valores sugerem que a água se liga fracamente com a farinha. A determinação do IAA se faz importante por estar relacionado com a disponibilidade de grupos hidrofílicos em se ligar às moléculas de água e à capacidade de formação de gel das moléculas de amido. Carvalho et al., (2011) obtiveram 2,29 % e 2,61 %, para Índice de Absorção (IA) e o Índice de Solubilidade em Água (ISA), respectivamente.

A farinha do sabugo de milho apresentou um ISA de 1,82 % o resultado está ligado à degradação total do grânulo de amido, que apresenta valor baixo na farinha. O valor baixo de 1,23 % de ISA foi encontrado por Fiorda et al., (2013) em farinha de bagaço de mandioca, provavelmente devido ao baixo teor de substâncias solúveis em água. Barbosa et al., (2006) encontraram ISA de 1,55 %, valor inferior ao obtido neste trabalho.

A capacidade de absorção de óleo foi de 238,29 % um valor alto que provavelmente ocorreu porque a farinha do sabugo de milho possui baixo teor proteico, e elevado teor de fibras. No entanto, ao se comparar a farinha do sabugo de milho com os concentrados proteicos, como o de soja (226-254 %) e girassol (119- 154 %) não se observa uma grande diferença (GLÓRIA & REGITANO D'ARCE 2000). Para Kinsella (1976), altos valores de absorção de gordura são desejáveis para melhorar a sensação dos produtos na boca. Segundo Ravi & Suselamma (2005), a capacidade de absorção de óleo (CAO) consiste na capacidade de sítios apolares das cadeias de proteínas aprisionarem óleo. Deste modo, a quantidade e qualidade de proteínas presentes na farinha determinam a capacidade de absorção de óleo dos alimentos.

Neste estudo a capacidade de retenção de óleo foi de 1,42 g óleo/g sólido, não sendo possível encontrar um comportamento que descrevesse uma relação da CRO com o tamanho da partícula da farinha.

A capacidade de retenção de óleo também é uma propriedade que possui impactos fisiológicos, pois pode interferir na absorção de gordura no intestino. Portanto, esta propriedade também tem relação com o controle de peso corporal e regulação dos perfis de gordura do sangue (CARVALHO et al., 2009).

Tabela 9 - Capacidade de retenção de água (CRA), índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA), capacidade de absorção de óleo (CAO) capacidade de retenção de óleo (CRO) da farinha de sabugo de milho.

Amostra	CRA (g água/g sólido)	IAA (%)	ISA (%)	CAO (%)	CRO (g óleo/g sólido)
Farinha de Sabugo de Milho	2,56 ±0,03	4,03 ±0,06	1,82 ±0,07	238,29 ±0,04	1,42 ±0,02

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=3).

Os resultados da Tabela 10 indicam que a farinha do sabugo de milho apresentou atividade emulsionante (AE) de 57 %, ou seja, auxilia na formação de emulsões, bem como demonstrou boa estabilidade de emulsão (EE) em 59 % das mesmas, após aquecimento e resfriamento. Os valores de AE e EE obtidos para a farinha de sabugo são semelhantes aos valores de 53 % e 40 % obtidos por Kuan e Liang (2008) em fibras de resíduos agrícolas.

Wong e Cheung (2005) relatam que fibras alimentares com valores de AE acima de 50 % podem ser consideradas como bons agentes emulsificantes. O concentrado proteico de soja apresentou 58,2 % no trabalho de Chau et al., (1997). Chau e Cheung (1998) obtiveram AE máxima de 62 % para a farinha de soja, e Onweluzo et al., (1995) determinaram AE de 55 % para a farinha de soja. Prinyawiwatkul et al., (1997) encontraram 49,3 % de AE para a fibra de feijão manteiga (*Phaseolus lunatus*). Seibel e Beléia (2009) encontraram 52,4 % em fibra alimentar original, 53,0 % em fibra alimentar micronizada de soja, 85,1 % em concentrado proteico e 56,8 % em amostras de farinha desengordurada de soja.

Tabela 10 - Atividade emulsionante (AE) e estabilidade da emulsão (EE) da farinha de sabugo de milho.

Amostra	AE (%)	EE (%)
Farinha de Sabugo de Milho	57,0 ±0,02	59,0 ±0,02

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=3).

## 4.2 Desenvolvimento das mortadelas de carne bovina adicionadas de farinha do sabugo de milho

### 4.2.1 Caracterização físico-química e microbiológica

A composição centesimal dos diferentes tratamentos de mortadela adicionada com diferentes percentuais de farinha do sabugo de milho está exibida na Tabela 11.

Os requisitos estabelecidos na Instrução Normativa n.4, (BRASIL, 2000) para a mortadela são teor mínimo de proteína de 12 % e máximos de umidade de 65 %, gordura de 30 % e carboidratos totais de 10 %. Houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre as quatro formulações de mortadela quanto ao teor de umidade, possivelmente devido à quantidade de farinha adicionada, pois variou para cada formulação. A umidade é um requisito extremamente importante na classificação da mortadela, pois está diretamente relacionada com suas condições de conservação, já que acima do recomendado pode proporcionar a proliferação de microrganismos patogênicos (FRANCO, 2005).

No entanto, no que diz respeito aos valores de umidade observa-se que tendem a diminuir com o aumento de farinha adicionada a formulação. A redução de carne e gordura somados ao alto percentual de gelo adicionados na mesma proporção para todas as formulações contribuíram para a alta umidade das mortadelas. Com base nestas informações, entende-se porquê dos valores de umidade encontrados, estejam ligeiramente acima do recomendado pela legislação em vigor (BRASIL, 2000).

Em relação ao teor de proteína e cinzas, não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre as amostras, atendendo o regulamento técnico de

identidade do produto (BRASIL, 2000), o qual cita teor mínimo de 12 % de proteína no produto final. Para o teor de gordura não ocorreu diferença significativa entre as amostras adicionadas de farinha, exceto ao controle sem farinha, indicando uma pequena absorção de gordura pelas fibras. Todas as formulações atendem ao parâmetro de carboidratos, mantendo-se inferiores a 10 %.

Tabela 11 - Composição centesimal das mortadelas adicionadas de farinha do sabugo de milho em base úmida (g/100g de amostra).

Amostra	Umidade (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)	Fibra Bruta (%)
CM	68,40 <sup>a</sup> ±0,12	13,45 <sup>a</sup> ±0,43	2,55 <sup>a</sup> ±0,02	14,20 <sup>a</sup> ±0,03	1,39 <sup>c</sup> ±0,46	0,19 <sup>c</sup> ±0,01
M1	67,69 <sup>b</sup> ±0,09	13,33 <sup>a</sup> ±0,28	2,32 <sup>a</sup> ±0,14	13,28 <sup>b</sup> ±0,07	3,38 <sup>b</sup> ±0,17	2,10 <sup>b</sup> ±0,27
M2	66,58 <sup>d</sup> ±0,12	12,93 <sup>a</sup> ±0,74	2,36 <sup>a</sup> ±0,13	13,27 <sup>b</sup> ±0,47	4,87 <sup>a</sup> ±0,78	2,69 <sup>ab</sup> ±0,12
M3	67,03 <sup>c</sup> ±0,05	12,75 <sup>a</sup> ±0,17	2,30 <sup>a</sup> ±0,02	13,04 <sup>b</sup> ±0,05	4,88 <sup>a</sup> ±0,26	3,34 <sup>a</sup> ±0,46

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=3).

Médias da mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam uma diferença estatística entre si (p<0,05). CM – sem adição de farinha do sabugo de milho; M1 – com 2,22% de farinha do sabugo de milho; M2 – com 3,70% de farinha do sabugo de milho; M3 – com 5,20% de farinha do sabugo de milho.

A Tabela 12 apresenta os valores de amido e fibra alimentar estimada nas mortadelas. O teor estimado de fibra alimentar aumentou na mesma proporção em que se aumentou a quantidade de farinha adicionada por tratamento, sendo que M3 (5,20 %) apresentou o maior valor de fibras 6,66 % em relação ao M1 (2,22 %) com 2,85 % de fibras.

Para utilizar-se o atributo “fonte de fibra” na rotulagem do produto, como definido na Portaria n. 27, da ANVISA (BRASIL, 1998), é necessário o mínimo de 3g fibra/100g de produto final. Para atingir este parâmetro mínimo de fibra total em um produto industrializado com estas características é necessária a adição de

quantidade superior a 3 %. Entretanto, considera-se que a adição de fibras em alimentos consumidos frequentemente, como os produtos cárneos, pode ajudar a aumentar a ingestão diária (JIMÉNEZ COLMENERO; AYO; CARBALLO, 2005).

Os teores de amido das mortadelas adicionadas com farinha do sabugo de milho estão expostos na Tabela 13, apresentaram diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ), ou seja, quanto maior foi a concentração da farinha, maior foi o teor de amido. Todas as formulações atenderam o requisito de teor máximo de 5 % de amido, de acordo com o definido na Instrução Normativa n. 04 do MAPA (BRASIL, 2000). Bortoluzzi (2009), estudando o efeito da adição de fibras do bagaço da laranja em mortadelas de frango obteve valores de 2,73 %, dentro do permitido pela legislação.

O teor estimado de fibra alimentar nas mortadelas atingiram o mínimo de 3g/100g de fibra por amostra nos tratamentos M2 e M3.

Tabela 12 - Determinação de amido e fibra alimentar estimada nas mortadelas adicionadas com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho (g/100g de amostra).

Amostra	Amido	Fibra alimentar*
CM	-	-
M1	0,82 <sup>c</sup> ±0,01	2,85
M2	1,11 <sup>b</sup> ±0,01	4,75
M3	1,23 <sup>a</sup> ±0,06	6,66

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=3).

Médias da mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam uma diferença estatística entre si ( $p < 0,05$ ).

\* Estimado, com base na composição e na quantidade de farinha do sabugo de milho adicionada para cada formulação. CM – sem adição de farinha do sabugo de milho; M1 – com 2,22% de farinha do sabugo de milho; M2 – com 3,70% de farinha do sabugo de milho; M3 – com 5,20% de farinha do sabugo de milho.

A Tabela 13 apresenta os resultados de pH, atividade água e TBARS. Para todos os resultados não ocorreu diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre as formulações com adição de farinha do sabugo de milho e a formulação controle.

Através dos resultados, pode-se verificar que os valores de pH das mortadelas mantiveram-se bastante próximos, variando de 6,30 a 6,72. A ausência

de efeito significativo da adição da farinha pode ser explicado devido a semelhança de proteínas nas formulações. São produtos relativamente neutros, a não ser que venham a ser fermentadas, o que não é esperado de ocorrer em mortadelas, um produto curado e cozido. A adição de polifosfato de sódio em todas as formulações pode ter ajudado no aumento do pH das mortadelas. Viuda-Martos et al., (2010); Fernández-Ginés et al., (2004) determinaram ausência de efeito significativo da adição de fibras sobre o pH das mortadelas. Borch et al. (1996) citam que as bactérias lácticas deterioram os produtos cárneos refrigerados causando defeitos como produção de odores desagradáveis, descoloração, produção de gás, limosidade e redução nos valores de pH.

Apesar de se ter observado que os teores de atividade água de todas as formulações, aumentaram em relação ao controle não ocorreu uma diferença significativa ( $p > 0,05$ ), possivelmente, porque a água acrescentada às formulações está ligada, principalmente, às proteínas e às fibras funcionais. Existem pelo menos dois tipos de água em um alimento, água livre e água ligada; o primeiro refere-se à água que está fracamente ligada ao substrato e que funciona como solvente, permitindo o crescimento de microrganismos e reações químicas; já o segundo refere-se à água que está fortemente adsorvida ao substrato, não é utilizável como solvente e, portanto, não permite o desenvolvimento de microrganismos e retarda as reações químicas (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

A ausência de diferença dos valores da oxidação lipídica (TBARS) entre as formulações indica que não há efeito da farinha do sabugo de milho sobre o processo oxidativo nas mortadelas. Esse resultado, possivelmente, se deve ao fato de que a mortadela é um produto curado e, portanto, possui ingredientes, como: nitrito e eritorbato de sódio, capazes de inibir a oxidação de lipídios (HONIKEL, 2008). De acordo com Yu; Ahmedna; Goktepe (2010), a oxidação lipídica é uma das principais causas de deterioração de carne e produtos cárneos, podendo causar alterações sensoriais e nutricionais.

Barretto (2007), ao estudar o efeito da adição de fibras de trigo, aveia e inulina em mortadelas, também não evidenciou efeito das fibras sobre os valores de TBARS. Ao contrário, Fernández-Ginés et al., (2006) observaram que a adição (0,5 % a 2 %) de fibras de laranja produziu um efeito antioxidante em mortadelas. Entretanto, fibras oriundas de citrus possuem compostos bioativos (polifenóis, carotenos) com propriedades antioxidantes (FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al., 2005;

FERNÁNDEZ-GINÉS et al., 2006; VIUDA-MARTOS et al., 2009), o que, possivelmente, não ocorreu com as fibras usadas neste trabalho.

Tabela 13 - Valores de pH, atividade de água (Aa) e TBARS nas mortadelas adicionadas com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho.

Amostra	pH	Atividade água (Aa)	TBARS
CM	6,30 <sup>a</sup> ±0,05	0,983 <sup>a</sup> ±0,002	0,278 <sup>a</sup> ±0,006
M1	6,72 <sup>a</sup> ±0,12	0,986 <sup>a</sup> ±0,001	0,221 <sup>a</sup> ±0,003
M2	6,57 <sup>a</sup> ±0,27	0,986 <sup>a</sup> ±0,001	0,213 <sup>a</sup> ±0,005
M3	6,41 <sup>a</sup> ±0,12	0,985 <sup>a</sup> ±0,001	0,257 <sup>a</sup> ±0,003

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=3).

Médias da mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam uma diferença estatística entre si (p<0,05). CM – sem adição de farinha do sabugo de milho; M1 – com 2,22% de farinha do sabugo de milho; M2 – com 3,70% de farinha do sabugo de milho; M3 – com 5,20% de farinha do sabugo de milho.

Verificou-se (Tabela 14) que todas os tratamentos de mortadelas encontraram-se dentro dos padrões microbiológicos exigidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2001), que estabelece ausência de *Salmonella* em 25g de amostra, máximo de  $5 \times 10^2$  UFC/g para *Clostridium* sulfito redutor,  $3 \times 10^3$  UFC/g para *Staphylococcus* coagulase positiva e  $10^3$  Log UFC/g para Coliformes a 45°C. De acordo com os resultados observa-se que a adição de farinha do sabugo de milho não favorece o crescimento de microrganismos.

Tabela 14 - Resultado das análises microbiológicas das mortadelas adicionadas de farinha do sabugo de milho.

Determinações	CM	M1	M2	M3	Padrões*
Coliformes a 45 °C/g	< 1,0 X10 <sup>1</sup>	10 <sup>3</sup>			
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g	< 1,0 X 10 <sup>2</sup>	3 X 10 <sup>3</sup>			
<i>Clostridium</i> sulfito redutor	< 1,0 X 10 <sup>1</sup>	5 X 10 <sup>2</sup>			
<i>Salmonella sp/25g</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência

\* BRASIL, 2001

#### 4.2.2 Análises instrumentais e sensoriais

Na Tabela 15 observa-se que os resultados obtidos para o parâmetro L\* indicam que as diferentes formulações de mortadela apresentaram diferença significativa entre si.

O tratamento M3 foi o mais claro (69,84) e o CM o mais escuro (60,74). Esses valores possivelmente estão relacionados ao elevado valor de L\* da farinha, 96,69 (Tabela 7). Quanto à amostra controle, valores de L\* e b\* menores que os das amostras com fibras indicam coloração mais escura e de menor intensidade amarela.

O parâmetro a\* indica a intensidade da cor vermelha; ou seja, quanto maior esse valor mais vermelha será a amostra. Segundo os resultados obtidos para o parâmetro a\*, houve diferença significativa apenas no tratamento M2.

O parâmetro b\* aumentou com acréscimo da farinha nas formulações. Esse resultado pode ser explicado devido ao amarelamento da farinha, sendo que esse parâmetro indica a intensidade da cor amarela, que para carnes e seus derivados está relacionada com a cor marrom (BARRETTO, 2007). Para os valores de b\*, a formulação M3 apresentou-se superior (17,49), apresentando cor amarela mais intensa, diferindo significativamente (p<0,05) dos demais tratamentos. Porém entre os tratamentos M1 e M2 não foi evidenciado diferença significativa, indicando que são iguais estatisticamente para esse parâmetro. Fernández-Ginés et al. (2003)

observaram aumento do valor  $b^*$  em mortadelas elaboradas com fibras de laranja (1, 1,5 e 2,0 %). O mesmo ocorreu no trabalho com mortadelas de frango adicionadas com fibra obtida da polpa de laranja de Bortoluzzi (2009).

Os valores para intensidade  $C^*$  aumentaram conforme a maior concentração de farinha na formulação das mortadelas. O valor do parâmetro  $C^*$  variou para CM e M3 entre 23,37 e 26,38 para as formulações das mortadelas, caracterizando produtos com tendência a cores mais neutras (cinza). Sendo que para produtos cárneos quanto maior o seu valor maior será a saturação da cor vermelha. Essa tendência a cores mais neutras está relacionada a cor da farinha do sabugo de milho que apresentou uma tendência a cor cinza.

O ângulo de tonalidade ( $h^\circ$ ) variou entre 30,16 e 41,52, para CM e M3, indicando amostras com coloração entre vermelho e amarelo, com maior proximidade a tonalidade vermelha. O tratamento controle (CM) apresentou diferença significativa das demais formulações de mortadelas, no entanto os tratamentos M2 e M3 não diferiram significativamente ( $p>0,05$ ).

Verificou-se um acréscimo no  $h^\circ$  com o aumento do teor de farinha nas formulações, sendo que  $0^\circ/360^\circ$  corresponde a +a (vermelha) e  $90^\circ$  corresponde a +b (amarela), a adição de fibras levou a uma diminuição na coloração vermelha.

Tabela 15 - Parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $h^\circ$  de cor instrumental de mortadelas adicionadas com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho.

Amostra	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^\circ$
CM	60,74 <sup>b</sup> ±0,53	20,20 <sup>a</sup> ±0,46	11,76 <sup>c</sup> ±0,16	23,37 <sup>b</sup> ±0,45	30,16 <sup>c</sup> ±0,48
M1	64,97 <sup>ab</sup> ±4,47	20,59 <sup>a</sup> ±1,71	13,96 <sup>b</sup> ±0,69	24,88 <sup>ab</sup> ±1,65	34,16 <sup>b</sup> ±1,86
M2	62,94 <sup>b</sup> ±3,37	18,61 <sup>b</sup> ±1,28	15,22 <sup>b</sup> ±0,84	24,04 <sup>ab</sup> ±1,37	39,22 <sup>a</sup> ±1,66
M3	69,84 <sup>a</sup> ±4,60	20,06 <sup>a</sup> ±1,02	17,49 <sup>a</sup> ±0,85	26,38 <sup>a</sup> ±1,54	41,52 <sup>a</sup> ±0,94

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=6).

Médias da mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam uma diferença estatística entre si ( $p<0,05$ ). CM – sem adição de farinha do sabugo de milho; M1 – com 2,22% de farinha do sabugo de milho; M2 – com 3,70% de farinha do sabugo de milho; M3 – com 5,20% de farinha do sabugo de milho.

A Tabela 16 apresenta os resultados para textura. Pode-se observar que não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre as formulações de mortadelas analisadas para os parâmetros dureza, elasticidade, e gomosidade.

Pode-se notar que os parâmetros dureza, mastigabilidade e gomosidade apresentam uma relação de proporcionalidade entre as formulações, que pode ser explicado pelo fato de mastigabilidade e gomosidade serem parâmetros secundários e dependentes da dureza. Segundo Cofrades et al., (2000), essa variação pode estar relacionada a composição centesimal, teor de umidade e percentual de gordura.

Segundo Aleson-Carbonell et al., (2005), afirmam que a diluição de insumos não cárneos em sistemas de proteína cárnea geralmente reduzem o valor instrumental da textura do alimento preparado. Estes ingredientes tendem a reter maiores percentuais de água e gordura na matriz proteica, tornando o alimento mais macio. Segundo Devatkal et al., (2011), a solubilização das proteínas e a formação de uma matriz proteica estável são fatores que possuem dependência com o modo e equipamento de preparo. Estes autores, observaram, que produtos elaborados com emulsões cárneas preparadas em equipamentos tipo *cutter* apresentaram menores valores de dureza e mastigabilidade que os mesmos produtos, porém elaborados em outros equipamentos, como multiprocessadores domésticos e moedores.

O parâmetro coesividade indicou haver diferença estatística entre os quatro tratamentos, diminuindo conforme o aumento da quantidade de farinha adicionada por formulação. A coesividade é a extensão na qual a amostra poderá ser deformada antes da ruptura, conforme relatado por Devatkal; Mendiratta; Kondaiah, (2004).

Tabela 16 - Perfil instrumental de textura para as mortadelas adicionadas com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho: dureza (N), elasticidade (mm), coesividade, gomosidade (N) e mastigabilidade (N X mm).

Amostra	Dureza	Elasticidade	Coesividade	Gomosidade	Mastigabilidade
CM	67,26 <sup>a</sup> ±7,91	0,91 <sup>a</sup> ±0,01	0,75 <sup>a</sup> ±0,01	50,47 <sup>a</sup> ±6,21	45,98 <sup>a</sup> ±5,92
M1	61,40 <sup>a</sup> ±4,45	0,85 <sup>a</sup> ±0,06	0,72 <sup>ab</sup> ±0,01	44,31 <sup>a</sup> ±3,76	37,71 <sup>ab</sup> ±0,54
M2	72,31 <sup>a</sup> ±2,46	0,86 <sup>a</sup> ±0,01	0,66 <sup>bc</sup> ±0,02	48,04 <sup>a</sup> ±1,09	41,15 <sup>ab</sup> ±1,37
M3	65,18 <sup>a</sup> ±1,94	0,83 <sup>a</sup> ±0,01	0,62 <sup>c</sup> ±0,05	40,53 <sup>a</sup> ±4,07	33,59 <sup>b</sup> ±3,53

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=6).

Médias da mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam uma diferença estatística entre si ( $p < 0,05$ ). CM – sem adição de farinha do sabugo de milho; M1 – com 2,22% de farinha do sabugo de milho; M2 – com 3,70% de farinha do sabugo de milho; M3 – com 5,20% de farinha do sabugo de milho.

A Tabela 17 apresenta os resultados da análise sensorial das mortadelas elaboradas com farinha do sabugo de milho. Para o atributo cor, todas as formulações com adição de farinha do sabugo de milho não diferiram significativamente entre si, exceto o controle (CM) que apresentou média significativamente superior os demais (6,02).

Para o atributo odor, a maior nota foi dada a formulação controle (CM) 5,74, diferindo estatisticamente de todos os demais tratamentos. No entanto, nos tratamentos M2 e M3 não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ).

Na avaliação do atributo sabor, as formulações CM e M1 apresentaram a maior pontuação (5,74 e 5,28) e diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) das formulações M2 e M3 com maior adição de farinha do sabugo de milho nos tratamentos (4,56 e 4,40 respectivamente).

Para o atributo suculência, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) das formulações com o controle. A formulação controle sem adição de farinha do sabugo de milho apresentou o melhor resultado 5,96 diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) das formulações M1, M2 e M3, reduzindo as notas conforme a adição de farinha nas mortadelas elaboradas com 2,22 %, 3,70 % e 5,20 %. De acordo com Fernández-Gínés et al., (2003), essa redução pode estar relacionada com a água retida pela fibra, conseqüentemente as formulações com maior teor de fibra adicionada apresentam mais água ligada às fibras. Fernández-Ginés et al., (2004) utilizaram

albedo de limão (*Citrus lemon verna*) e também observaram redução de suculência com o aumento do percentual de fibra e com a redução da gordura.

De acordo com o apresentado foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as formulações para o atributo textura sendo a menor nota dada para o tratamento M3 com (3,86) e a maior para o controle (5,96). Essas diferenças podem ter relação com percepção de grânulos da farinha nas amostras apresentadas, segundo relatos dos provadores.

Para o atributo aparência global, pode-se observar que a formulação M3, contendo a adição de 5,20 % de farinha de sabugo de milho, diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) das demais, apresentando a menor pontuação, e uma menor preferência para este atributo.

Tabela 17 - Notas para avaliação sensorial das mortadelas adicionadas com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho, utilizando escala estruturada de 7 pontos.

Amostra	Cor	Odor	Sabor	Suculência	Textura	Aparência global
CM	6,02 <sup>a</sup> ±0,80	5,74 <sup>a</sup> ±0,94	5,74 <sup>a</sup> ±0,96	5,84 <sup>a</sup> ±0,79	5,96 <sup>a</sup> ±0,70	5,86 <sup>a</sup> ±0,76
M1	5,08 <sup>b</sup> ±1,07	5,44 <sup>ab</sup> ±0,97	5,28 <sup>a</sup> ±0,86	4,88 <sup>b</sup> ±0,96	4,58 <sup>b</sup> ±1,18	5,06 <sup>b</sup> ±0,93
M2	4,92 <sup>b</sup> ±1,34	5,12 <sup>b</sup> ±1,14	4,56 <sup>b</sup> ±1,30	4,56 <sup>bc</sup> ±1,15	4,28 <sup>bc</sup> ±1,36	4,64 <sup>bc</sup> ±1,19
M3	4,66 <sup>b</sup> ±1,12	4,98 <sup>b</sup> ±0,87	4,40 <sup>b</sup> ±1,18	4,30 <sup>c</sup> ±1,07	3,86 <sup>c</sup> ±1,01	4,38 <sup>c</sup> ±1,03

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=50).

Médias da mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam uma diferença estatística entre si ( $p < 0,05$ ). CM – sem adição de farinha do sabugo de milho; M1 – com 2,22% de farinha do sabugo de milho; M2 – com 3,70% de farinha do sabugo de milho; M3 – com 5,20% de farinha do sabugo de milho.

Os provadores também foram submetidos ao teste de atitude em relação a intenção de compra descrita na Tabela 18. Observa-se que os tratamentos CM, M1, M2 e M3 obtiveram resultados de 92 %, 60 %, 40 % e 26 % quanto a intenção de compra, mostrando não haver uma boa aceitabilidade ao tratamento com adição de

3,70 % e 5,20% de farinha do sabugo de milho. O tratamento (M3) com 5,20 % de farinha do sabugo de milho foi o que apresentou as piores notas.

Tabela 18 - Notas para intenção de compra das mortadelas adicionadas com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho, utilizando escala em (%).

Amostra	Certamente compraria	Provavelmente compraria	Tenho dúvidas se compraria	Provavelmente não compraria	Certamente não compraria
CM	68,00	24,00	4,00	4,00	-
M1	16,00	44,00	30,00	10,00	-
M2	18,00	22,00	34,00	22,00	4,00
M3	8,00	18,00	30,00	34,00	10,00

Dados referentes às médias dos resultados (n=50).

### 4.3 Desenvolvimento de hambúrgueres de carne suína adicionados de farinha do sabugo de milho

#### 4.3.1 Caracterização físico-química e microbiológica

A Tabela 19 exhibe os resultados da composição centesimal dos hambúrgueres elaborados. Observa-se que todas as formulações, exceto a H3, encontram-se de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer (BRASIL, 2000), que estabelece uma quantidade máxima de 23 % de gordura, uma quantidade mínima de 15 % de proteína e uma quantidade máxima de 3,0 % de carboidratos totais.

A adição da farinha do sabugo de milho nas proporções de 3 %, 6 % e 8 % interferiram significativamente nos valores de umidade. Apresentando valores que variaram de 59,07 % a 66,19 %.

Os valores de proteínas e cinzas nos hambúrgueres não diferiram estatisticamente entre si. Esses resultados podem estar relacionados aos baixos teores de proteína e cinzas da farinha do sabugo de milho. Santos Júnior; Rizzatti;

Brungera (2009), analisando hambúrgueres de carne ovina encontraram níveis de proteína entre 18,94 % a 20,94 %, sem diferença entre os tratamentos.

Almeida (2011) ao aplicar três percentuais de farinha de aveia em hambúrguer de carne caprina não obteve diferença para cinzas no estudo. Uma redução na quantidade de cinzas também foi determinada no decorrer do aumento da adição de farinha. Seabra; Zapata; Nogueira (2002) estudando hambúrgueres de carne ovina observaram que a matéria mineral variou entre 1,26 % a 1,59 % sem diferença significativa.

Os teores de lipídios diminuem com o aumento da concentração de farinha variando de 17,25 % a 13,51 %. Resultado esperado já que nas formulações houve uma redução dos percentuais de carne para a adição da concentração de farinha. Segundo Marques (2007); Tavares et al., (2007) em hambúrgueres convencionais os lipídeos foram de 14,28 e 20 %, respectivamente. Madruga et al., (2007) determinaram 14,28 e 19,64 % de lipídios para hambúrgueres de carne ovina e caprina respectivamente.

Tabela 19 - Composição centesimal dos hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho em base úmida (%).

Amostra	Umidade (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)	Fibra Bruta (%)
CH	59,07 <sup>a</sup> ±0,24	18,20 <sup>a</sup> ±0,17	3,96 <sup>a</sup> ±0,01	17,25 <sup>a</sup> ±0,30	1,52 <sup>b</sup> ±0,34	0,21 <sup>d</sup> ±0,02
H1	61,84 <sup>b</sup> ±0,20	16,36 <sup>a</sup> ±0,14	3,38 <sup>a</sup> ±0,04	16,31 <sup>b</sup> ±0,46	2,11 <sup>b</sup> ±0,71	1,87 <sup>c</sup> ±0,01
H2	63,11 <sup>c</sup> ±0,60	15,37 <sup>a</sup> ±0,35	3,27 <sup>a</sup> ±0,02	15,62 <sup>b</sup> ±0,20	2,64 <sup>b</sup> ±0,80	2,62 <sup>b</sup> ±0,09
H3	66,19 <sup>d</sup> ±0,14	15,28 <sup>a</sup> ±0,17	3,16 <sup>a</sup> ±0,05	13,51 <sup>c</sup> ±0,16	4,86 <sup>a</sup> ±0,34	3,20 <sup>a</sup> ±0,08

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=3).

Médias da mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam uma diferença estatística entre si (p<0,05). CH – sem adição de farinha do sabugo de milho; H1 – com 3% de farinha do sabugo de milho; H2 – com 6% de farinha do sabugo de milho; H3 – com 8% de farinha do sabugo de milho.

Na Tabela 20, observa-se que a estimativa para adição da farinha do sabugo de milho, aumentou o percentual de amido e fibra alimentar total dos hambúrgueres.

Para o teor de amido nas formulações, todas atenderam o requisito de teor máximo de 3 %, de acordo com o definido na Instrução Normativa n. 20 do MAPA (BRASIL, 2000).

Como esperado, pela própria composição da farinha adicionada, a maior fração de fibras presente nos hambúrgueres foi a insolúvel. De acordo com a legislação, para ser considerado como fonte de fibra, é necessário o mínimo de 3g fibra/100g de produto final, estando os tratamentos H2 e H3 de acordo com a exigência.

Tabela 20 – Determinação de amido e fibra alimentar estimada nos hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho (g/100g de amostra).

Amostra	Amido	Fibra alimentar*
CH	-	-
H1	1,86 <sup>c</sup> ±0,01	2,85
H2	2,18 <sup>b</sup> ±0,01	5,71
H3	2,94 <sup>a</sup> ±0,06	7,61

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=3).

Médias da mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam uma diferença estatística entre si (p<0,05)

\* Estimado, com base na composição e na quantidade de farinha do sabugo de milho adicionada para cada formulação. CH – sem adição de farinha do sabugo de milho; H1 – com 3% de farinha do sabugo de milho; H2 – com 6% de farinha do sabugo de milho; H3 – com 8% de farinha do sabugo de milho.

Na Tabela 21, não foi observada diferença estatística de pH e TBARS entre as diferentes formulações de hambúrgueres. No entanto na determinação de atividade água a formulação controle diferiu estatisticamente das demais formulações as quais não diferiram entre si.

Os valores de atividade de água e pH têm relação direta com as formulações dos tratamentos, o tipo de carne, a quantidade de água adicionada, a característica

e fonte de obtenção da fibra, o uso de aditivos complementares na forma líquida são alguns dos fatores que podem exercer influência nestes dois parâmetros.

As quantidades de malonaldeído nos quatros tratamentos não diferiram entre si. A farinha do sabugo de milho não exerceu efeito antioxidante (nem pró-oxidante) sobre as amostras. Candogan (2002); Turhan et al., (2005) relataram resultados semelhantes para hambúrgueres feitos com a adição de extrato de tomate.

Sheard et al., (2000) relatam que concentrações acima de 0,5 mg/kg são o suficiente para que consumidores percebam alterações oxidativas (rancidez). De acordo com Osawa; Felício; Gonçalves (2005) os aromas de ranço em carnes são inicialmente detectados em valores de 0,5 a 2mg MAD.kg<sup>-1</sup> de amostra, avaliados por painel de provadores treinados. Olivo e Shimokomaki (2002) relataram que produtos com índice de TBA inferiores 1mg de MAD.kg<sup>-1</sup> de amostra geralmente não acrescentam sabores e odores residuais de ranço característico da oxidação lipídica. Alakali; Irtwange; Mzer (2010) sugerem ampliar esta quantidade limite para 1,0 mg/kg. Terra; Cichoski; Freitas (2006) citam quantidades de até 1,59 mg/kg e Yildiz-Turp; Serdaroglu (2010) relatam que concentrações de malonaldeído de até 2,0 mg/kg são consideradas aceitáveis para produtos cárneos.

Segundo Drehmer (2005) freqüentemente o teste de TBA deve ser acompanhado de análise sensorial, a fim de avaliar corretamente a rancidez do alimento, pois, o malonaldeído pode estar envolvido em outras interações físico-químicas, sendo importante também correlacionar às informações obtidas com as notas da escala hedônica dadas pelos provadores.

Tabela 21 - Valores de pH, atividade de água (Aa) e TBARS nos hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho.

Amostra	pH	Atividade água (Aa)	TBARS
CH	6,32 <sup>a</sup> ±0,03	0,965 <sup>b</sup> ±0,001	0,582 <sup>a</sup> ±0,05
H1	6,31 <sup>a</sup> ±0,01	0,971 <sup>a</sup> ±0,001	0,590 <sup>a</sup> ±0,02
H2	6,31 <sup>a</sup> ±0,01	0,975 <sup>a</sup> ±0,003	0,645 <sup>a</sup> ±0,04
H3	6,30 <sup>a</sup> ±0,01	0,974 <sup>a</sup> ±0,001	0,627 <sup>a</sup> ±0,04

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=3).

Médias da mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam uma diferença estatística entre si (p<0,05).

CH – sem adição de farinha do sabugo de milho; H1 – com 3% de farinha do sabugo de milho; H2 – com 6% de farinha do sabugo de milho; H3 – com 8% de farinha do sabugo de milho.

Analisando a contagem de microorganismos verificou-se que todas as amostras de hambúrgueres (Tabela 22) encontraram-se dentro dos padrões microbiológicos exigidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2001). Estes resultados são um indicativo das boas condições de higiene, do preparo das amostras e do armazenamento (congelamento).

Tabela 22 - Resultado das análises microbiológicas dos hambúrgueres adicionados de farinha do sabugo de milho.

Determinações	CH	H1	H2	H3	Padrões*
Coliformes a 45 °C/g	< 1,0 X10 <sup>1</sup>	5 X 10 <sup>3</sup>			
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g	< 1,0 X 10 <sup>2</sup>	5 X 10 <sup>3</sup>			
<i>Clostridium</i> sulfito redutor	< 1,0 X 10 <sup>1</sup>	3 X 10 <sup>3</sup>			
<i>Salmonella</i> sp/25g	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência

\* BRASIL, 2001

#### 4.3.2 Análises instrumentais e sensoriais

Segundo Ordóñez (2005), o processamento da carne altera consideravelmente a sua cor. O congelamento favorece a tonalidade pardacenta em face da dificuldade de penetração do  $O_2$  e por levar eletrólitos que favorecem a metamioglobina (marrom acinzentado). Os parâmetros de cor dos hambúrgueres de carne de suína formulados com níveis crescentes de farinha do sabugo de milho estão apresentados na Tabela 23.

A adição de farinha nas formulações de hambúrguer resultou na redução do parâmetro  $L^*$ , ou seja, os valores foram mais baixos para o controle. A formulação H3 com 55,79 de  $L^*$  foi a única com diferença significativa comparada as demais formulações, que não apresentaram diferença significativa entre si.

A adição da farinha do sabugo de milho nas formulações de hambúrguer resultou numa diminuição da coordenada  $a^*$ , de 13,73 para o tratamento CH e 11,12 para H3. Isso pode ser resultado de uma diminuição da quantidade de carne na formulação, a adição dos demais ingredientes que podem ter interferido na cor, além da adição da farinha do sabugo de milho que apresenta valor de  $a^*$  baixo, 0,15 (Tabela 7). Turhan; Sagir; Ustun, (2005) e Yilmaz (2003) obtiveram resultados semelhantes quando utilizaram película de avelã em hambúrgueres e em amostras de almôndegas adicionadas com farelo de centeio.

A coordenada  $b^*$  dos hambúrgueres aumentou com a elevação dos níveis de farinha adicionada, ocorrendo diferença significativa entre as amostras. Estes resultados podem estar relacionados à maior quantidade de componentes amarelos na farinha do sabugo de milho.

Observou-se um aumento significativo de saturação ( $C^*$ ) e valores de ângulo de cor ( $h^\circ$ ) com a adição da farinha do sabugo de milho nas formulações de hambúrguer de carne de suína. Resultados semelhantes foram descritos por (SÁNCHEZ-ZAPATA et al., 2010) em estudo com adição de fibra de junça em formulações de hambúrguer de carne suína.

Tabela 23 - Parâmetro L\*, a\*, b\*, C\* e h° de cor instrumental de hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho armazenados a (-12 °C).

Amostra	L*	a*	b*	C*	h°
CH	59,07 <sup>a</sup> ±0,77	13,73 <sup>a</sup> ±0,47	13,22 <sup>c</sup> ±0,18	19,06 <sup>c</sup> ±0,44	43,88 <sup>c</sup> ±0,82
H1	58,65 <sup>a</sup> ±1,02	10,90 <sup>b</sup> ±0,46	16,60 <sup>b</sup> ±0,33	19,85 <sup>b</sup> ±0,46	56,78 <sup>b</sup> ±0,98
H2	57,62 <sup>a</sup> ±0,72	10,78 <sup>b</sup> ±0,33	17,98 <sup>a</sup> ±0,27	24,96 <sup>a</sup> ±0,34	59,12 <sup>a</sup> ±0,70
H3	55,79 <sup>b</sup> ±1,19	11,12 <sup>b</sup> ±0,13	18,26 <sup>a</sup> ±0,29	21,36 <sup>a</sup> ±0,24	58,72 <sup>a</sup> ±0,53

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=6).

Médias da mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam uma diferença estatística entre si (p<0,05). CH – sem adição de farinha do sabugo de milho; H1 – com 3% de farinha do sabugo de milho; H2 – com 6% de farinha do sabugo de milho; H3 – com 8% de farinha do sabugo de milho.

Os valores de dureza, coesividade, gomosidade e mastigabilidade aumentaram com a adição de farinha do sabugo de milho (Tabela 24).

Neste caso, as variações de textura induzidas pelo calor, podem ter influenciado no aumento da dureza, coesividade, gomosidade e mastigabilidade dos hambúrgueres durante o processo de cozimento, independentemente da quantidade de farinha adicionada.

A textura da carne cozida é geralmente afetada por mudanças induzidas pelo calor no tecido conjuntivo, proteínas solúveis e proteínas miofibrilares (ZAYAS & NAEWBANIJ, 1986). Em produtos à base de carne triturada, no entanto, estes atributos de textura estão intimamente relacionados com a funcionalidade das proteínas musculares. As suas propriedades de formação de gel e emulsão são influenciados pela presença de ingredientes não cárneos (COGGINS, 2007).

Resultados semelhantes foram observados por López-Vargas et al., (2014) quando caracterizaram hambúrgueres de carne suína adicionados de fibra obtida do albedo de maracujá amarelo (*Passiflora edulis var. Flavicarpa*). Dependendo da quantidade e tipo de fibras, resultados contraditórios têm sido relatados para o

parâmetro dureza. Assim, tanto o endurecimento quanto o amolecimento foram observados quando a fibra é adicionada a vários produtos cárneos cozidos (GARCÍA, CÁCERES, & SELGAS, 2007; GANHÃO et al., 2010; SÁNCHEZ-ZAPATA ET AL., 2010; VIUDA-MARTOS ET AL., 2010).

Dependendo da quantidade e tipo de fibras, resultados contraditórios têm sido relatados em parâmetros estruturais. Por exemplo, tanto o endurecimento e amolecimento foram observados quando a fibra é adicionada em vários produtos à base de carne (FERNÁNDEZ-GINÉS et al., 2003; GARCÍA, CÁCERES, E SELGAS, 2007). Thebaudin et al., (1997) relataram que, devido à sua capacidade de ligação de água e inchaço propriedades, as fibras insolúveis podem influenciar a textura dos alimentos. A farinha do sabugo de milho possui uma quantidade relevante de fibras insolúveis (SÁNCHEZ-ZAPATA et al., 2009).

Tabela 24 - Perfil instrumental de textura para os hambúrgueres cozidos adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho: dureza (N), elasticidade (mm), coesividade, gomosidade (N) e mastigabilidade (N X mm).

Amostra	Dureza	Elasticidade	Coesividade	Gomosidade	Mastigabilidade
CH	399,92 <sup>b</sup> ±1,87	0,91 <sup>a</sup> ±0,02	0,73 <sup>c</sup> ±0,01	293,96 <sup>c</sup> ±1,13	267,58 <sup>b</sup> ±4,13
H1	403,86 <sup>b</sup> ±2,09	0,89 <sup>a</sup> ±0,01	0,78 <sup>b</sup> ±0,01	313,79 <sup>b</sup> ±2,99	278,41 <sup>b</sup> ±6,83
H2	391,45 <sup>b</sup> ±10,63	0,89 <sup>a</sup> ±0,01	0,79 <sup>ab</sup> ±0,01	308,44 <sup>b</sup> ±4,71	275,05 <sup>b</sup> ±5,32
H3	495,84 <sup>a</sup> ±5,33	0,90 <sup>a</sup> ±0,01	0,80 <sup>a</sup> ±0,01	397,93 <sup>a</sup> ±2,79	359,26 <sup>a</sup> ±2,72

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=6).

Médias da mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam uma diferença estatística entre si (p<0,05). CH – sem adição de farinha do sabugo de milho; H1 – com 3% de farinha do sabugo de milho; H2 – com 6% de farinha do sabugo de milho; H3 – com 8% de farinha do sabugo de milho.

De acordo com a avaliação sensorial (Tabela 25), para o atributo cor, maiores quantidades de fibra resultaram em maiores notas de acordo com a escala

hedônica. Ou seja, os maiores valores foram dadas as formulações com adição de farinha do sabugo de milho quando comparadas ao controle sem adição de farinha. Os parâmetros cor e odor não diferiram estatisticamente entre os tratamentos CH, H1, H2 e H3.

No entanto ocorreu uma redução das notas apresentadas quando avaliado o parâmetro suculência. Estes resultados estão de acordo com outros estudos. A adição de fibra de junça (*Cyperus esculentus L.*) em hambúrguer de carne suína resultou em uma boa aceitação sensorial das amostras avaliadas, com exceção do atributo suculência, cujos valores diminuíram com o aumento da quantidade de fibra adicionada (SÁNCHEZ-ZAPATA et al., 2010).

Turhan; Sagir e Ustun, (2005); Serdaroglu, (2006); Piñero et al., (2008) obtiveram resultados semelhantes em hambúrguer bovino com película de avelã, em produtos reestruturados de carne bovina, com fibra de aveia, e almôndegas de carne bovina com soro de leite em pó, respectivamente.

Durante o aquecimento de produtos à base de carnes várias reações ocorrem, incluindo a reação de Maillard, desnaturação das proteínas e gorduras e a perda de água e estas reações são responsáveis pelo desenvolvimento de cor e sabor de desenvolvimento de produtos cozidos (FENNEMA, 1996). Produtos alimentares com composição diferente podem ter um comportamento diferente durante o aquecimento. Além disso, as alterações de cor induzidas pelo processo de cozimento podem mascarar algumas alterações de cor indesejáveis induzidos pela formulação. Por isso, é importante avaliar o efeito do processo de cozimento sobre a cor do hambúrguer de carne de suína.

Textura e aparência global apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos, as notas reduziram conforme o aumento da adição de farinha. Esses resultados demonstraram uma reação dos provadores para presença da farinha nos produtos.

Tabela 25 - Notas para avaliação sensorial dos hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho, utilizando escala estruturada de 7 pontos.

Amostra	Cor	Odor	Sabor	Suculência	Textura	Aparência lobal
CH	5,36 <sup>a</sup> ±1,20	5,18 <sup>a</sup> ±1,10	5,82 <sup>a</sup> ±0,89	5,36 <sup>a</sup> ±0,85	5,29 <sup>a</sup> ±1,13	5,57 <sup>a</sup> ±1,12
H1	5,50 <sup>a</sup> ±1,06	5,14 <sup>a</sup> ±0,84	5,46 <sup>a</sup> ±0,74	5,14 <sup>a</sup> ±1,00	4,93 <sup>ab</sup> ±1,08	5,21 <sup>ab</sup> ±0,91
H2	5,39 <sup>a</sup> ±1,05	5,21 <sup>a</sup> ±0,94	5,43 <sup>a</sup> ±1,08	4,93 <sup>ab</sup> ±1,19	4,61 <sup>bc</sup> ±1,18	5,29 <sup>ab</sup> ±1,13
H3	5,46 <sup>a</sup> ±1,03	4,89 <sup>a</sup> ±1,02	4,89 <sup>b</sup> ±1,15	4,54 <sup>b</sup> ±1,19	4,29 <sup>c</sup> ±1,17	4,82 <sup>b</sup> ±1,11

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=56).

Médias da mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam uma diferença estatística entre si ( $p < 0,05$ ). CH – sem adição de farinha do sabugo de milho; H1 – com 3% de farinha do sabugo de milho; H2 – com 6% de farinha do sabugo de milho; H3 – com 8% de farinha do sabugo de milho.

Observa-se que não houve uma boa aceitabilidade de intenção de compra dos hambúrgueres com adição de 8 % de farinha (Tabela 26).

As formulações com 3 % e 6 % de farinha do sabugo de milho obtiveram uma satisfatória aceitabilidade, pois os percentuais de compra ficaram muito próximos ou até melhores que a formulação controle sem adição de farinha.

Tabela 26 - Notas para intenção de compra dos hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho, utilizando escala em (%).

Amostra	Certamente compraria	Provavelmente compraria	Tenho dúvidas se compraria	Provavelmente não compraria	Certamente não compraria
CH	39,29	35,71	17,86	7,14	-
H1	21,43	46,43	25,00	7,14	-
H2	28,57	35,71	17,86	10,71	7,14
H3	17,86	25,00	21,43	32,14	3,57

Dados referentes às médias dos resultados (n=56).

### 4.3.3 Análises do desempenho de cozimento

Na Tabela 27 os valores obtidos para o percentual de rendimento foram superiores a 60,0 %, com diferença significativa para todos os tratamentos ( $p < 0,05$ ). A amostra controle foi o que apresentou o menor rendimento, confirmando que maiores quantidades de fibra influenciam em menores perdas de peso do produto após o preparo. Fibras alimentares diminuem a perda no cozimento devido alta capacidade de manter a umidade e gordura na matriz.

Esta afirmação é apoiada por vários autores que utilizaram diferentes tipos de fibras na formulação de hambúrgueres.

Aleson-Carbonell et al., (2005) encontraram rendimentos de cozimento abaixo de 73,27 % e percentuais de retenção de umidade inferiores a 48,37 % ao utilizarem albedo de limão (2,5, 5,0 e 7,5 %) em hambúrguer bovino. Anderson e Berry (2001) atingiram rendimentos de cozimento entre 88,7 e 94,4 % ao empregar entre 10 e 16% de fibra interna de ervilha em blocos de carne bovina moída, também observando maiores rendimentos para maiores concentrações de fibras.

O uso de 0 a 5 % de película de avelãs em hambúrguer bovino também apresentou melhorias no desempenho de cozimento dos produtos, quando as amostras foram comparadas a um controle (TURHAN; SAGIR; USTUN, 2005). O rendimento da amostra controle (sem película) foi inferior aos demais, que se mantiveram na faixa de 65 a 75 %. A adição de fibra de junça (*Cyperus esculentus* L.) em hambúrgueres de carne suína resultou em um significativo aumento dos parâmetros de desempenho de cozimento (SÁNCHEZ-ZAPATA et al., 2010).

Assim como neste estudo, o aumento da adição de fibra teve efeito negativo nas avaliações sensoriais de suculência e aceitabilidade geral das amostras de hambúrgueres de carne suína com adição de fibra de junça.

Os tratamentos CH e H1 com 26,69 % e 26,45 % diferiram estatisticamente dos tratamentos H2 e H3, que apresentaram 33,38 % e 32,39 %, respectivamente.

Isto pode indicar que as adições de farinha assim como a quantidade aplicada nos hambúrgueres contribuíram na retenção de água durante o cozimento. Serdaroglu (2006) encontrou valores de percentuais de rendimento (entre 68,5 e 82,5 %) e de retenção de umidade (entre 35,2 e 52,2 %), quando utilizou diferentes percentuais de gordura (0, 5, 10 e 20 %) e de farinha de aveia (0, 2 e 4 %) em

formulações de hambúrgueres bovinos. Porém, também foi observado que um aumento do ingrediente cereal resultou em melhores resultados dos percentuais de desempenho de cozimento. O efeito do método de cozimento no percentual de rendimento foi avaliado por Talukder e Sharma (2010).

Hambúrguer da formulação controle (CH) sem adição de farinha do sabugo de milho mostrou a maior redução do diâmetro após o cozimento. A redução do diâmetro é o resultado da desnaturação das proteínas da carne, com a perda de água e gordura (FAROUK; HALL; SWAN, 2000; BESBES et al., 2008;).

O encolhimento é causado principalmente pela desnaturação de proteínas durante o cozimento e parcialmente pela evaporação de água e fusão das gorduras da carne. De acordo com os resultados apresentados, as formulações apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, conforme a adição da farinha na formulação ocorreu uma redução gradativa na porcentagem de encolhimento variando de 18,47 % para CH sem adição de farinha, até 4,62 % para H3 com 8 % de farinha. Alakali, Irtwange e Mzer (2010) ao adicionarem farinha de amendoim (2,5-7,5 %) em hambúrgueres bovinos observaram percentuais de encolhimento inferiores a 9,13 % e de retenção de umidade superiores a 75,25 %. Resultados que estão de acordo com o deste trabalho que apresentou percentuais de encolhimentos inferiores a 15,38 chegando a 4,62 para H1 e H3, respectivamente, e retenção de umidade superiores 26,45 %.

Tabela 27 - Valores de rendimento de cozimento (%), retenção de água (%), redução de diâmetro (%) e encolhimento (%) nos hambúrgueres adicionados com diferentes níveis de farinha do sabugo de milho.

Amostra	Rendimento de cozimento	Retenção de água	Redução de diâmetro	Encolhimento
CH	61,80 <sup>c</sup> ±2,95	26,69 <sup>b</sup> ±1,27	18,19 <sup>a</sup> ±0,01	18,47 <sup>a</sup> ±0,01
H1	65,58 <sup>bc</sup> ±1,43	26,45 <sup>b</sup> ±0,57	14,55 <sup>a</sup> ±0,01	15,38 <sup>b</sup> ±0,01
H2	74,03 <sup>a</sup> ±0,60	33,38 <sup>a</sup> ±0,27	6,67 <sup>b</sup> ±2,77	9,23 <sup>c</sup> ±0,01
H3	69,51 <sup>ab</sup> ±1,72	32,39 <sup>a</sup> ±0,72	3,64 <sup>b</sup> ±1,82	4,62 <sup>d</sup> ±0,01

Dados referentes às médias de três resultados ± desvios-padrão (n=3).

Médias da mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam uma diferença estatística entre si ( $p < 0,05$ ). CH – sem adição de farinha do sabugo de milho; H1 – com 3% de farinha do sabugo de milho; H2 – com 6% de farinha do sabugo de milho; H3 – com 8% de farinha do sabugo de milho.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos a partir do desenvolvimento deste trabalho permitiram concluir que:

- Os resultados físico-químicos da farinha do sabugo de milho se mostraram adequados, com baixos valores para umidade, atividade de água e pH, garantindo assim a maior segurança no consumo e estabilidade microbiológica;
- Microbiologicamente, quanto ao processo de obtenção da farinha do sabugo de milho seco, os resultados mostram-se dentro do padrão microbiológico ideal e, portanto, apta para o consumo.
- A adição de farinha não alterou significativamente todas as análises físico-químicas das mortadelas e hambúrgueres. Apresentaram boa estabilidade às reações de oxidação e crescimento microbiológico, e que proporcionariam ganhos de rendimento funcionais e tecnológicos.
- Os efeitos da adição de farinha nos produtos cárneos apresentaram comportamento semelhante para cor. Conforme o aumento da concentração da adição da farinha do sabugo de milho ocorreu uma tendência ao aumento do amarelamento.
- Na avaliação sensorial os produtos cárneos com maiores teores de farinha do sabugo de milho apresentaram as menores notas. Esses resultados refletem a pouca aceitabilidade por parte dos provadores em relação a presença de grânulos da farinha na massa cárnea.
- Estudos adicionais são pertinentes na busca de melhoria da farinha para sua utilização e demais pesquisas são necessárias para definir a melhor forma de aplicação nos produtos cárneos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of the AACC**. 8 ed. Saint Paul: AACC, 1999.

ADA. Associação Dietética Americana. Health implications of dietary fiber. **J Am Diet Assoc.** v. 102, p. 993-1000. 2002. Disponível em: <http://www.eatright.org/About/Content.aspx?id=8355>. Acesso em: 31/07/14.

ALAKALI, J. S.; IRTWANGE, S. V.; MZER, M. T. Quality evaluation of beef patties formulated with bambara groundnut (*Vigna subterranean. L*) seed flour. **Meat Science**. v. 85, n. 2, p. 215-223, 2010.

ALESON CARBONELL, L. et al. Functional and sensory effects of fibre-rich ingredients on breakfast fresh sausages manufacture. **Food Science and Technology International**. v.11, p.89-97, 2004.

ALESON-CARBONELL, L. et al. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. v. 6, n. 2, p. 247-255, 2005.

ALFREDO, V. O. et al. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica L.*). **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**. v. 42, p. 168-173, 2009.

ALMEIDA, R. S. **Processamento de hambúrguer de carne caprina adicionados com diferentes níveis de farinha de aveia**. 2011. 73 f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.

AHA. American Heart Association Nutrition Committee. **Diet and lifestyle recommendations revision 2006: a scientific statement from the. Circulation**. *Circulation*. 2006; 114: 82-96. Disponível em: <http://circ.ahajournals.org/content/114/1/82.full.pdf+html> Acesso em 31/07/14.

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, p. 689–694, 2001.

ANDERSON, R. A. et al. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. **Cereal Science**. Today, Minneapolis, v. 14, n. 1, p. 44-11, 1969.

AUFFRET, A. et al. Effect of grinding and experimental conditions on the measurement of hydration properties of dietary fibres. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**. v. 27, n. 2, p. 166-172, 1994.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 16. ed. Arlington, 1995.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16 ed. Arlington, 2005.

AOAC. Association Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18 ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.

ANKOM. **Crude fiber analysis in feeds by filter bag technique**. Technology method 7. AOCS approved procedure Ba 6a-05. Macedon, 2008.

ARIHARA, K. Strategies for designing novel functional meat products. **Meat Science**. v. 74, n. 1, p. 219-229, 2006.

APHA. American Public Health Association. **Compendium of Methods of the Microbiological Examination of Foods**. 4° th Edition. Washington DC. 2001.

AUFFRET, A. et al. Effect of grinding and experimental conditions on the measurement of hydration properties of dietary fibres. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**. v. 27, n. 2, p. 166-172, 1994.

BARBOSA, F A. Alimentos na Nutrição de Bovinos. **Portal Agronomia**. Salvador: UFBA, p.1, 2004. Disponível em: [http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_nutricao\\_bovinos.htm](http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_nutricao_bovinos.htm) Acesso em: 25/07/2014.

BARBOSA, N. L. et al. Elaboração de embutido tipo mortadela com farinha de arroz. **Vetor de Ciências exatas e engenharias**. Rio Grande, v. 16, n. 1, p. 11-20, 2006.

BARRETO, A.C.S. **Efeito da adição de fibras como substitutos de gordura em mortadela.** 2007. 189f. Tese. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas, São Paulo. 2007.

BENTA, E. S. **Estudo da secagem de sabugo de milho em ciclone.** 1997. 153 F. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

BESBES, S. et al. Partial replacement of meat by pea fibre and wheat fibre: Effect on the chemical composition, cooking characteristics and sensory properties of beef burgers. **Journal of Food Quality.** v. 31, p. 480-489, 2008.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Química do processamento de alimentos.** 3 ed. São Paulo: Varela, 2001. p. 478.

BORCH, E. et al. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. **International Journal of Food Microbiology.** Kävlinge, v. 33, n. 1, p. 103–120, 1996.

BORGES, J. T. S. et al. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Wild) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L) polido por extrusão termoplástica. **Boletim do CEPPA.** v. 21, n. 2, p. 303-322, 2003.

BORROTO, B.; LARRAURI, J.A.; CRIBEIRO, A. Particle size influence on water holding capacity of citrus and pineapple dietary fiber. **Alimentaria.** v. 268, p. 89-90, 1995.

BORTOLUZZI, R. C. **Aplicação de fibra obtida da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango.** 2009. 112 f. Tese (Doutor em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, 2009.

BOURNE, M.C. Texture profile analysis. **Food Technol.** v. 32, n. 7, p. 62–72, 1978.

BRAGAGNOLO, N.; DANIELSEN; SKIBSTED, L. H. Effect of rosemary on lipid oxidation in pressureprocessed, minced chicken breast during refrigerated storage and subsequent heat treatment. **European Food Research and Technology.** v. 221, p. 610-615, 2005.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27 de 13/01/1998 – **Regulamento Técnico Referente à Informação Nutricional Complementar**. Disponível em: <http://anvisa.gov.br>. Acesso em: 10/07/14.

BRASIL. Instrução Normativa n.4, de 31 de março de 2000. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha. **Diário Oficial da União, Brasília**, 05 abr. 2000. Seção 1. p.6.

BRASIL. 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.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hamburguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto. Instrução Normativa nº 20, de 31 de Julho de 2000. Brasília: **Diário Oficial da União** de 03 de Agosto de 2000, Seção I, p. 7-12.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Resolução n. 360, de 23 de dezembro de 2003. Brasília: **Diário Oficial da União** de 26 de dezembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Resolução de Diretoria Colegiada nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. Brasília: **Diário Oficial da União** de 10 de janeiro de 2001 (a), Seção I, p. 45-53.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução nº. 18/99**. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos. IX - Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. 2009. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/10cff80047458da79717d73fbc4c6735/RDC\\_18.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/10cff80047458da79717d73fbc4c6735/RDC_18.pdf?MOD=AJPERES) Acesso em: 30/07/2014.

CACERES, E.; GARCIA, M.L.; SELGAS, M.D. The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. **Meat Science**, v. 68, p. 87-96, 2004.

CANDOGAN, K. The effect of tomato paste on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. **European Food Research and Technology**. v. 215, p. 305–309. (2002).

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. 2, p. 89-97, 2005.

CARVALHO et al. Caracterização físico química e propriedades de hidratação da farinha do fruto da pupunheira (*Bactris gasipaes*, Kunth). **I Simpósio Brasileiro da Pupunheira**. Desenvolvimento com sustentabilidade. Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacaueira-CEPLAC. Ilhéus, BA. 2011. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/paginas/pupunheira/download/CDTrabalhos/apresentacoesOrais.html> Acesso em: 03/08/2014

CARVALHO, A. F. U. et al. Physiological and physic-chemical characterization of dietary fibre from the green seaweed *Ulva Fasciata* Delile. **Brazilian Journal of Biology**. v. 69, n. 3, p. 969-977, 2009.

CARVALHO, et al. Processamento e caracterização de snack extrudado a partir de farinhas de quirera de arroz e de bandinha de feijão. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 15, n. 1, p. 72-83, 2012.

CHAMP, M. et al. Advances in dietary fibre characterization. 1. Definition of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. **Nutrition Research Reviews**. v. 16, p. 71-82, 2003.

CHAU, C. F.; CHEUNG, C. K. Functional properties of flours prepared from three chinese indigenous legume seeds. **Food Chemistry**. Amsterdam, v. 61, n. 4, p. 429-433, 1998.

CHAU, C. F.; CHEUNG, C. K.; WONG, Y. S. Functional properties of protein concentrates from three chinese indigenous legume seeds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. Washington, v. 45, n. 7, p. 2500-2503, 1997.

CHAU, C. F.; HUANG, Y. L. Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. Cv. Liucheng. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 51, p. 2615-2618, 2003.

COFRADES, S. et al. Plasma protein and soy fiber content effect on Bologna sausage properties as influenced by fat level. **Journal of Food Science**. v. 65, n.2, p.281-285, 2000.

COGGINS, P. C. **Attributes of muscle foods: Color, texture, flavour**. Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality, Second Edition. Iowa: Blackwell Publishing. (pp. 89–97). (2007).

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. V.1-2013/14 – Sétimo Levantamento. Abril 2014. Brasília: Conab, 2014.

COULTATE, T.P. **Manual de química y bioquímica de los alimentos**. 3.ed. Zaragoza: Acribia, 2007. cap.3, p.41-71.

DECAGON DEVICES Inc. **Operator's Manual Version 2.0**. Water activity meter. AquaLab, 2003.

DEVATKAL, S. K. et al. Evaluation of quality characteristics of chicken meat emulsion/nuggets prepared by using different equipment. **Journal of Food Science and Technology**. Online First, 2011.

DEVATKAL, S., MENDIRATTA, S. K., & KONDAIAH, N. (2004). Quality characteristics of loaves from buffalo meat, liver and vegetables. **Meat Science**. v. 67, p. 377–383, 2004.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 30, n. 4, p. 692-700, 2006.

DIPENMAAT-WOLTERS, M.G.E. Functional properties of dietary fibre in foods. In: FOOD INGREDIENTS EUROPE, Paris, 1993. **Proceeding**. Maarsse: Expoconsult, p.44-56, 1993.

DREHER, M. L. Food industry perspective: functional properties and food uses of dietary fiber. In: Kritchevsky, D, Bonfield, C, editores. **Dietary fiber in health & disease**. Minnesota: Eagan Press; p. 467-74, 1995.

DREHMER, A. M. F. **Quebra de peso das carcaças e estudo da vida de prateleiras de carne suína.** 131f. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

EL-MAGOLI, S.; LAROIA, S.; HANSEN, P. Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. **Meat Science.** v. 42, n. 2, p. 179-193, 1996.

FAROUK, M. M., HALL, W. K., SWAN, J. E. Attributes of beef sausages, batters, patties and restructured roasts from two boning systems. **Journal of Muscle Foods.** v. 11, n. 3, p. 197–212, 2000.

FASOLIN, L. H. et al. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas, v. 27, n. 3, 2007.

FENNEMA, O. R. **Food Chemistry.** 3rd ed. New York: M. Dekker, 1996.

FERNÁNDEZ-GINÉS, J. M. et al. Effect of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus Fiber. **Journal of Food Science.** v. 68, p. 710-715, 2003.

FERNÁNDEZ-GINÉS, J. M. et al. Effect of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fiber. **Journal of Food Science.** v. 68, n. 2, p. 710-715, 2006.

FERNANDEZ-GINÉS, J. M. et al. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: application to bologna sausage. **Meat Science.** v. 67, p. 7-13, 2004.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. M. et al. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: Application on cooked meat balls. **Meat Science.** v. 69, n. 3, p. 371-380, 2005.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. M. et al. Application of functional citrus by-products to meat products. **Trends in Food Science & Technology.** v. 15, p. 176-185, 2004.

FIGUEROLA, F. et al. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. **Food Chemistry.** v. 91, n. 3, p. 395-401, 2005.

FILISSETTI, T. M. C. C. **Fibra alimentar: definição e métodos analíticos**. In: LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. Carbohidratos en alimentos regionales iberoamericanos. São Paulo: Edusp, 2006. cap.11, p.255-286.

FIORDA et al. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. **Pesq. Agropec. Trop.** Goiânia, v. 43, n. 4, p. 408-416, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632013000400005>  
Acesso em: 03/08/2014

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Ed. Atheneu, 2005.182p.

GANHÃO, R. et al. Protein oxidation in emulsified cooked burger patties with added fruit extracts: Influence on colour and texture deterioration during chill storage. **Meat Science**. v. 85, p. 402–409, 2010.

GARCÍA, M. L., CÁCERES, E., & SELGAS, M.D. Utilisation of fruit fibres in conventional and reduced-fat cooked-meat sausages. **Journal of the Science of Food & Agriculture**. v. 87, p. 624–631, 2007.

GARMUS, T. T. et al. Elaboração de biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 03, n. 02, p. 56-65, 2009.

GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Potencial de fibra alimentar em países íbero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos latinoamericanos de nutricion**. v. 53, n. 1, 2003.

GLÓRIA, M. M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Concentrado e isolado proteico de torta de castanha do Pará: obtenção e caracterização química e funcional. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 20, n. 2, p. 240-245, 2000.

GRIGELMO-MIGUEL, N.; GORINSTEIN, S.; MARTÍN-BELLOSO, O. Characterization of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. **Food Chemistry**. v. 65, p.175-181, 1999.

GRIGELMO-MIGUEL, N.; MARTÍN-BELLOSO, O. Characterization of dietary fiber from orange juice extraction. **Food Research International**. v. 31, n. 5, p. 355-361, 1999.

Guia alimentar para a população brasileira: Promovendo a alimentação saudável. Ministério da Saúde. **Secretaria de Atenção à Saúde**. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. BRASIL. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 236p. Disponível em: <http://www.nutritotal.com.br/publicacoes/?acao=bu&id=155&categoria=7> Acesso em 31/07/14.

GUILLON, F.; CHAMP, M.; THIBAUT, J.F. **Dietary fibre functional products**. In: GIBSON, G.R.; WILLIAMS, C.M., eds. Functional foods: concept to products. Boca Raton: CRC Press; Cambridge: Woodhead, 2000. p.315-351. (Woodhead publishing in food science and technology).

HAULY, M. C. O.; MOSCATTO, J. A. Inulina e oligofrutoses: uma revisão sobre as propriedades funcionais, efeito prebiótico e importância na indústria de alimentos. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológica**. v. 23, n. 1, p. 105-118, 2002.

HCN. Health Council of the Netherlands. **Guideline for dietary fibre intake**. The Hague: Health Council of the Netherlands, 2006. 86 p. Disponível em: [http://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/200621E\\_0.pdf](http://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/200621E_0.pdf) Acesso em: 20/07/2014

HONIKEL, K. O. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. **Meat Science**. v. 78, n. 1-2, p. 68-76, 2008.

HOSENEY, R. C.; ROGERS, D. E. The formation and properties of wheat flour doughs. **Food Sci. Nutr**. 29:73-93, 1990.

HUBER, E. **Desenvolvimento de produtos cárneos reestruturados de frango (hambúrguer e empanado) com adição de fibras vegetais como substitutos totais de gordura**. 221p. Tese (Doutorado em engenharia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, SC, 2012.

HUGHES, E.; COFRADES, S.; TROY, D.J. Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on Frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. **Meat Science**. v.45, n.3, p.273-281, 1997.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. IV. ed.; 1.ed digital, São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde. 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** v. 1. 3ª ed. São Paulo, 1985.

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

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; AYO, M. J.; CARBALLO, J. Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. **Meat Science.** v. 69, p. 781-788, 2005.

KINSELLA, J. E. Functional properties of proteins in foods:a survey. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition.** v. 7, n. 3, p. 219-280, 1976.

KUAN, Y. H.; LIONG, M. T. Chemical and physicochemical characterization of agrowaste fibrous materials and residues. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 56, p. 9252-9257, 2008.

LARRAURI, J. A. et al. Mango peels as a new tropical fibre: preparation and characterization. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie.** v. 29, p. 729-733, 1996.

LARRAURI, J.A.; RODRIGUEZ, M.; BORROTO, B. Dietary fiber obtained from citrus husk and pine-apple peel. **Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Aliment.** v.4, n.1, p.102-107, 1994.

LIN, M.J.Y.; HUMBERT, E.S.; SOSULSKI, F.W. Certain functional properties of sunflower meal products. **Journal of Food Science.** v. 39, n. 1, p. 368-70, 1974.

LÓPES-VARGAS, J. et al. Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis var. flavicarpa*) co-products. **Meat Science.** v.97, p.270-276, 2014.

LUSTOSA, B. H. B.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Influência de parâmetros de extrusão na absorção e solubilidade em água de farinhas pré-cozidas de mandioca e caseína. **Alim. Nutr.** v. 20, n. 2, p. 223-229, 2009.

MADRUGA, M. S. et al.; Carnes caprina e ovina: processamento e fabricação de produtos derivados. **Tecnol. & Ciên. Agropecuária.** v.1. n.2, p.61-67, 2007.

MARQUES, J. M. **Elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia.** 2007. 71f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, 2007.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública.** v. 34, n. 1, p. 50-55, 2000.

MENDES, B. A. B. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha das cascas de abacaxi e de manga.** 2013. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, T. **Sensory Evaluation Techniques.** 4º ed., Boca Raton: CRC Press, v. 2, 1987.

NEVES et al. Capacidade higroscópica de farinhas de diferentes frutas. **In: Seminário de iniciação científica da UFRA.** 2008, Belém, PA. Embrapa Amazônia Oriental, 2008. Disponível em: [http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATU-2009-09/40439/1/04\\_Glenda\\_Antonia\\_da\\_Rocha\\_Neves.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATU-2009-09/40439/1/04_Glenda_Antonia_da_Rocha_Neves.pdf) Acesso em: 03/08/2014

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **No caminho da pesquisa.** 2 ed. Cocal do Sul: Editora Imprint, 2002. V. 1. 155 p.

ONWELUZO, J. C.; et al. comparative study of some functional properties of Afzelia africana and Glycine max flours. **Food Chemistry.** Amsterdam, v. 54, n. 1, p. 55-59, 1995.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos.** Porto Alegre: Artmed, v.1, 294p. 2005.

OSAWA, C. C.; FELÍCIO, P. E.; GONÇALVES, L. G. **Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos.** Química Nova, São Paulo, v.28, n.4, p.655-663, 2005.

PEREIRA, M. G. **Aplicação de Antioxidantes Naturais em Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Ave.** 2009. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

PERRY, L. Plant fossils reveal ancient trade and agriculture in South America. **Nature Publishing Group**. v. 440,xiii, 02 de março de 2006.

PIÑERO, M. P. et al. Effect of oat's soluble fibre ( $\beta$ -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.

PRAKONGPAN, T.; NITITHAMYONG, A.; LUANGPITUKSA, P. Extraction and application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores. **Journal of Food Science**. v. 67, n. 4, p. 1308-1313, 2002.

PRINYAWIWATKUL, W. et al. Functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata*) flour as affected by soaking, boiling, and fungal fermentation. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. Washington, v. 45, n. 2, p. 480-486. 1997.

QUEIROZ, Y. U. et al. Desenvolvimento e avaliação das propriedades físico-químicas de hambúrgueres com reduzidos teores de gordura e de colesterol. **Revista Nacional da Carne**. v. 338, p. 84-89, 2005.

RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acidextraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.40, p.2182-2185, 1992.

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

RAVI, R.; SUSELAMMA, N. S. Simultaneous optimization of a multi-response system by desirability function analysis of boondi making: a case study. **Journal of Food Science. Chicago**. v. 70, n. 8, p. S539-S547, 2005.

RIBEIRO, R. D.; FINZER, J. R. D. Desenvolvimento de biscoito tipo cookie com aproveitamento de Farinha de sabugo de milho e casca de banana. **FAZU em Revista, Uberaba**, n.7, p. 120- 124, 2010.

ROBERFROID, M. B. "Inulin-typefructans: functional food ingredients." **Journal of Nutrition**. v.137, n.11, p.2493S – 2502S, 2007.

ROBERTSON, J. A. et al. Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: a European collaborative study. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**. v.33, p.72-79, 2000.

RODRIGUEZ, R. et al. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science & Technology**. v.17, p.3-15, 2006.

ROSELL, C. M.; SANTOS, E.; COLLAR, C. Physico-chemical properties of commercial fibres from different sources: a comparative approach. **Food Research International**. v. 42, n. 1, p. 176-184, 2009.

SAAD, S.M.I.; CRUZ, A.G.; FARIA, J.A.F. **Probióticos e Prebióticos em Alimentos: Fundamentos e Aplicações Tecnológicas**. São Paulo: Editora Varela, 2011. Cap.1, p.23-451.

SÁNCHEZ-ZAPATA, E. et al. Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. **Meat Science**. v. 85, n. 1, p. 70-76, 2010.

SÁNCHEZ-ZAPATA, E. et al. Preparation of dietary fiber powder from tiger nut (*Cyperus esculentus*) milk ("horchata") byproducts and its physicochemical properties. **J. Agric. Food Chem**. v. 57, p. 7719-7725, 2009.

SANGNARK, A.; NOOMHORM, A. Effect of particle sizes on functional properties of dietary fibre prepared from sugarcane bagasse. **Food Chemistry**. v. 80, n. 2, p. 221-229, 2003.

SANTANA, M. F. S. **Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá**. 168p. Tese (Doutorado em engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade estadual de campinas, Campinas, 2005.

SANTOS JUNIOR, L. C. O.; RIZZATTI, R.; BRUNGERA, A. et al. Desenvolvimento de hambúrguer de carne de ovinos de descarte enriquecido com farinha de aveia. **Cienc. Anim. Bras**. v.10, p.1128-1134, 2009.

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

SEIBEL, N. F.; BELÉIA, A. D. P. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [*Glycine Max* (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. **Braz. J. Food Technol**. v. 12, n. 2, p. 113-122, abr./jun. 2009.

SELGAS, M.D.; CÁCERES, E.; GARCÍA, M.L. Long-chain soluble dietary fiber as functional ingredient in cooked meat sausages. **Food Science and Technology International**, v.11, p.41-47, 2005.

SERDAROGLU, M. Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. **Meat Science**. v. 72, n. 1, p. 155-163, 2006.

SHEARD, P. R. et al. Shelf life and quality of pork products with raised n-3 PUFA. **Meat Science**. v. 55, n. 2, p. 213-221, 2000.

SIRÓ, I. et al. Functional food: Product development, marketing and consumer acceptance - A review. **Appetite**, v. 51, p. 456-467, 2008.

SOUZA, T. A. C. **Segurança microbiológica de resíduos sólidos de fecularia de mandioca e aplicação em bolos para a alimentação humana**. 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Escola de Agronomia e Engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

SPSS, Inc. (2007). SPSS Statistics Base 17.0. User's Guide. Chicago, USA.

SULTANA, B.; ANWAR, F.; PRZYBYLSKI, R. Antioxidant potential of corncob extracts for stabilization of corn oil subjected to microwave heating. **Food Chemistry**. v.104, p.997-1005, 2007.

TALUKDER, S.; SHARMA, D. P. Development of dietary fiber rich chicken meat patties using wheat and oat bran. *Journal of Food Science and Technology*, v. 47, n. 2, p. 224-229, 2010.

TANG, S. et al. Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation. **Food Research International**. v. 34, n. 8, p. 651-657, 2001.

TAVARES, R. S. et al. Processamento e aceitação sensorial do hambúrguer de coelho (*Orytolagus cunicullus*). **Ciênc. Tecnol. Alimentos**. v.27, n.3, p. 633-636, 2007.

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

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados - Técnicas de Controle de Qualidade**. São Paulo: Ed. Nobel, 1988.

TERRA, N. N.; CICHOSKI, A. J.; FREITAS, R. J. S. Valores de nitrito e TBARS durante o processamento e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. **Ciência Rural**. v. 36, n. 3, p. 965-970, 2006.

THEBAUDIN, J. Y. et al. Dietary fibres: Nutritional and technological interest. **Trends in Food Science & Technology**. v. 8, p. 41-48, 1997.

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

USP. Universidade de São Paulo. **Iogurte produzido no Cena aproveita casca e sementes de maracujá**. 14 de novembro de 2013. Disponível em: <http://www5.usp.br/36423/iogurte-produzido-no-cena-aproveita-casca-e-sementes-de-maracuja/> Acesso em: 01/08/2014

VALSTA, L. M.; TAPANAINEN, H.; MANNISTO, S. Meat fats in nutrition. **Meat Science**. v. 70, n. 2, p. 525-530, 2005.

VIEIRA, R. C. et al. Caracterização físico-química da palha e sabugo de milho. ENTEQUI. **5° Encontro Nacional de Tecnologia Química**. Maceió, AL, 2012. Disponível em: <http://www.abq.org.br/entequi/2012/trabalhos/50/50-476-13695.html> Acesso em: 15/07/2014.

VIUDA-MARTOS, M. et al. Antioxidant activity of Essentials oils of five spice plants widely used in a Mediterranean diet. **Flavour and Fragrance Journal**. v. 25, p. 13–19, 2010.

VIUDA-MARTOS, M. et al. Effect of adding citrus fibre washing water and rosemary essential oil on the quality characteristics of a bologna sausage. **LWT-Food Science and Technology**. v. 43, p. 958–963, 2010.

VIUDA-MARTOS, M. et al. Effect of orange dietary fibre, oregano essential oil and packaging conditions on shelf-life of bologna sausages. **Food Control**. v. 21, n. 4, p. 436-443, 2009.

WONG, K.; CHEUNG, P. C. K. Dietary fibers from Mushroom Sclerotia: 1. Preparation and physicochemical and functional properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 53, n. 24, p. 9395-9400, 2005.

YILDIZ-TURP, G.; SERDAROGLU, M. Effects of using plum puree on some properties of low fat beef paties. **Meat Science**. v. 86, n. 4, p. 896-900, 2010.

YILMAZ, I.; DAGLIOGLU, O. The effect of replacing fat with bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs. **Meat Science**. v. 65, n. 2, p. 819-823, 2003.

YU, J.; AHMEDNA, M.; GOKTEPE, I. Potential of peanut skin phenolic extract as antioxidative and antibacterial agent in cooked and raw ground beef. **International Journal of Food Science and Technology**. v. 45, n. 7, p. 1337-1344, 2010.

ZAYAS, J. F., & NAEWBANIJ, J. O. (1986). The effect of microwave heating on the textural properties of meat and collagen solubilization. **Journal of Food Processing & Preservation**. 10, 203–214.

ZIGLIO B. R. et al. Elaboração de Pães com Adição de Farinha de Sabugo de Milho. **Revista Ciências Exatas e Naturais**. v. 9, n. 1, p. 115-128, 2007.

## 7 ANEXO

### A – Laudo microbiológico

Av. Baltazar de Oliveira Garcia, 1899 - Sarandi  
Porto Alegre - RS - CEP: 91150-001  
Fone/Fax: (51) 3337-0161- Fone: (51) 3374-2044  
www.quimicapura.com.br



#### Relatório de Ensaio Nº. 24765/04-14

**Cliente:** Sabrina Fagundes Ferreira  
**Endereço:** UFSM

**Cidade:** Santa Maria – RS

#### Identificação da Amostra

<b>Identificação:</b> Farinha de Sabugo de Milho	<b>Lote / Rótulo:</b> Não Informado
<b>Tipo de Amostra:</b> Alimento	<b>Data da Fabricação:</b> 07/01/2014
<b>Coletador:</b> Cliente	<b>Data da Validade:</b> Não Informado
<b>Data da Coleta:</b> 15/04/2014	<b>Horário da Coleta:</b> Não Informado
<b>Data da Entrada:</b> 15/04/2014	<b>Horário de Entrada:</b> 18h54min

#### Condições de Recebimento da Amostra

<b>Temperatura da Amostra:</b> Ambiente	<b>Peso da Amostra:</b> 500g
<b>Embalagem:</b> Plástica	<b>Lacre:</b> ---

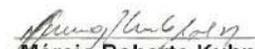
#### Resultados Analíticos

Ensaio	Unidade	Resultado
Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	UFC/g	< 1,0x10 <sup>2</sup>
Coliformes a 45 °C	NMP/g	< 1,5x10 <sup>1</sup>
<i>Salmonella sp</i>	ausência/25g	Ausente
<b>Período de realização do(s) ensaio(s):</b> 15 de Abril de 2014 a		22 de Abril de 2014

Metodologia: Instrução Normativa SDA nº 62, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 26 de agosto de 2003.  
Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 4th Edition.  
Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, Instituto Adolfo Lutz, edição IV, 2005.

NMP = Número Mais Provável.  
UFC = Unidade Formadora de Colônia.  
est = estimado.

Nota: A Química Pura garante a conservação adequada das amostras e que todos os ensaios foram realizados dentro do prazo analítico de cada parâmetro, conforme o PS -13 QUÍMICA PURA, quando a coleta é realizada pelos técnicos da Química Pura. Quando a coleta é de responsabilidade do cliente caso haja algum desvio com relação a estes itens, o laboratório garante a correta conservação e a realização da análise dentro do prazo analítico, após a entrada das amostras no laboratório.

  
**Márcio Roberto Kuhn**  
Responsável Técnico  
CRO-05101269

Número de Registro FEPAM: 00017/2013-DL

Os resultados expressos neste documento têm significação restrita. Aplicam-se exclusivamente à amostra analisada e só poderão ser reproduzidos na íntegra.