



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

BRUNA EMYGDIO AURIEMA

**AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MORTADELA DE
FRANGO ELABORADA COM FARINHA DE SEMENTE DE
MORINGA OLEIFERA LAM**

Londrina
2016

BRUNA EMYGDIO AURIEMA

**AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MORTADELA DE
FRANGO ELABORADA COM FARINHA DE SEMENTE DE
*MORINGA OLEIFERA LAM***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Lourenço Soares Russo.

Londrina
2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A928a Auriema, Bruna Emygdio.
Avaliação e caracterização de mortadela de frango elaborada com farinha de semente de Moringa oleifera Lam / Bruna Emygdio Auriema. - Londrina, 2016.
76 f.: il.

Orientador: Adriana Lourenço Soares Russo.
Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2016.

Inclui bibliografia.

1. Embutidos - Teses. 2. Moringa oleifera - Teses. 3. Alimentos - Composição - Teses. 4. Sementes - Farinhas. Teses. I. Soares-Russo, Adriana Lourenço. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação Ciência de Alimentos. III. Título.

CDU 664.91

BRUNA EMYGDIO AURIEMA

**AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MORTADELA DE FRANGO
ELABORADA COM FARINHA DE SEMENTE DE *MORINGA*
OLEIFERA LAM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Lourenço Soares
Russo

Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Margarida Masami Yamaguchi
Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR

Profa. Dra. Karla Bigetti Guergoletto
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 06 de maio de 2016.

*“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado
é alguém que acredite que ele possa ser
realizado.”*

Roberto Shinyashiki

DEDICATÓRIA

A Deus, por me proteger e fortalecer em todos os
instantes de minha vida,
Aos meus pais Ricardo e Kinha pela dedicação e
esforço pela minha formação pessoal e profissional,
por todo amor, educação e confiança.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Orientadora Dr^a. Adriana Lourenço Soares Russo, pela orientação, confiança e ensinamentos durante toda a minha jornada de mestrado.

Aos professores do Departamento de Ciências e Tecnologia dos Alimentos, pelos ensinamentos e dedicação em suas disciplinas.

À Prof^a. Dr^a. Vilma Aparecida Spinosa, pelos serviços prestados.

A empresa New Max Industrial Ltda, em especial ao Talasca, pelos ingredientes doados.

A empresa Agrícola Jandelle S/A, Jaguapitã/PR, em especial a Denise Lebedenco, pelo fornecimento das carnes de frango e cms.

Ao Departamento de Ciências e Tecnologia dos Alimentos, por fornecer condições para a realização das análises.

Aos funcionários do Departamento de Ciências e Tecnologia dos Alimentos, pelo auxílio diário na realização das análises.

Aos amigos do grupo de carnes, Talita Kato, Juliana Almeida, Danielle Honorato, Paulo Barbeta e Jéssica Mendonça, por estarem sempre dispostos a me ajudar e pela troca de conhecimentos, e aos estagiários do grupo de carnes, Carlos Henrique Zanon, João Henrique Farinha dos Santos, Thaís Dornellas e Verena Pereira Dinalli, pela colaboração das análises.

Aos meus queridos amigos de turma, por compartilharem conhecimentos e momentos de descontração nos intervalos das aulas.

Aos meus amigos especiais, Tatila (Frangolita), Sabrina (Pentes), Natália (Bom) e Marsílvio (Silvio's cake), pela amizade, pelas risadas, boa companhia no cine e pelas comilanças. Novamente agradeço a Talita, pelo companheirismo e ajuda durante toda a minha caminhada no mestrado, principalmente nos finais de semanas na UEL e companhia nos chopes.

Aos amigos dos laboratórios do Departamento de Ciências e Tecnologia dos Alimentos, pela companhia na hora do almoço quando não tinha o RU, em especial aos amigos do laboratório 754, por me auxiliarem nas análises e contribuírem com meus resultados, por compartilharem seus conhecimentos e matérias de bancada, pelos momentos de desespero e gargalhadas e por fazerem parte tanto da minha vida acadêmica como pessoal.

As meninas do lar doce lar, Mirelli Bianchin e Renata Lemos, pelo carinho e boas risadas.

Ao meu noivo, Fernando Bueno, pelo apoio, carinho e paciência em todos os momentos.

Aos meus pais Ricardo e Kinha, por todo apoio, amor, carinho, conselhos e dedicação.

A Deus, por me fortalecer e guiar em todos os instantes de minha vida.

AURIEMA, Bruna Emygdio. **Avaliação e caracterização de mortadela de frango elaborada com farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam.** 2016. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam. e avaliar o efeito da sua adição em substituição parcial à gordura na formulação de mortadela de frango. Foram elaboradas quatro mortadelas: C- controle, T1, T3 e T5 com adição de 1%, 3% e 5% de farinha de semente de moringa, respectivamente. A farinha de semente de moringa apresentou 38,63% de lipídios, 25,59% de fibras e 21,87% de proteínas, 6,09 mg EAG.g⁻¹ de compostos fenólicos e atividade antioxidante determinada pelos métodos de FRAP de 8,27 µmol Trolox.g⁻¹ e ABTS de 11,9 µmol Trolox.g⁻¹. As mortadelas elaboradas foram avaliadas quanto à composição química, atividade de água (Aa), pH, estabilidade de emulsão (EE), capacidade de retenção de água (CRA) e perfil de textura. A cor objetiva (L*, a*, b*, C*, h* e ΔE) e oxidação lipídica foram avaliadas durante o armazenamento (24 horas, 40, 60 e 90 dias) a 4°C. O teor de lipídios foi menor (p<0,05) para a mortadela T5 e maior (p<0,05) para a mortadela C, inversamente, o teor de fibra alimentar foi maior (p<0,05) para a mortadela T5 e menor para C. A CRA e a EE não diferiram (p>0,05) entre os tratamentos. A adição de 5% de farinha de moringa proporcionou uma mortadela com textura mais macia, com menores valores de dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade. A adição de 5% de farinha de semente de moringa interferiu nos parâmetros de cor, com aumento nos valores de L*, a*, b*, C* em relação ao controle. A tonalidade cromática (h*) para a mortadela T3 manteve-se praticamente constante durante o armazenamento com seus valores variando de 47,7 a 49,7 e o T5 manteve o valor de h*, 42,8, constante até 40 dias e aumentou para 50,1 ao final do armazenamento. A diferença colorimétrica (ΔE) das mortadelas T3 e T5 foram menores durante o armazenamento. A adição de 3 e 5% de farinha de semente de moringa ocasionou uma inibição da oxidação lipídica em 89% e 89% no tempo 0, 92% e 92% em 40 dias, 94% e 72% em 60 dias e 72% e 45% e em 90 dias, respectivamente. Estes resultados demonstraram que a adição de 3% de farinha de semente de moringa em substituição a gordura, reduziu em 11,6% de lipídio, não apresentou diferença colorimétrica perceptível e resultou em melhor estabilidade oxidativa durante o armazenamento.

Palavras-chave: Fibra. Gordura. Oxidação lipídica. Antioxidante.

AURIEMA, Bruna Emygdio. **Evaluation and characterization of poultry mortadella processing with *Moringa oleifera* Lam seed flour.** 2016. 76p. Dissertation (Master's Degree in Science in Food Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

ABSTRACT

The objective of this work was to characterize *Moringa oleifera* Lam seed flour and to evaluate the effect of addition of *Moringa oleifera* Lam seed flour to partial replacement of fat in the poultry mortadella. Four mortadella were prepared: C- control, T1, T3 e T5 with addition of 1%, 3% e 5% of moringa seed flour, respectively. Moringa seed flour presented 38.63% of lipids, 25.59% of fiber, 21,87% of protein, 6.09 mg EAG.g⁻¹ phenolic compounds and antioxidant activity analyzed by FRAP method of 8.27 $\mu\text{mol Trolox.g}^{-1}$ and ABTS method of 11.9 $\mu\text{mol Trolox.g}^{-1}$. Mortadellas were evaluated for chemical composition, pH, water activity, emulsion stability (ES), water holding capacity (WHC) and texture profile. The objective color (L*, a*, b*, C*, h* and ΔE) and lipid oxidation were analyzed during storage (0, 40, 60 and 90 days) at 4°C. The lipid content was lower ($p < 0.05$) for T5 mortadella and higher ($p < 0.05$) for C mortadella, inversely, the fiber content was higher ($p < 0.05$) for T5 mortadella and lower for C. WHC and ES did not differ ($p > 0.05$) among treatments. The addition of 5% of moringa seed flour provided mortadella with soft texture, with low values of hardness, springiness, cohesiveness and chewiness. The addition of 5% of moringa seed flour influenced the colors parameters with increase of L*, a*, b* and C* values in relation to control. The hue (h*) of T3 and T5 mortadella remained almost constant during storage, with values ranging from 47.7 to 49.7 and T2 remained 42.8 for 40 days and increased to 50.1 for end of storage. The colorimetric difference (ΔE) of T3 and T5 mortadellas were lowest during shelf life. The addition of 3 and 5% of moringa seed flour caused a reduction on lipid oxidation of 89% and 89% for 0 day, 92% and 92% for 40 days, 94% and 72% for 60 days, 72% and 45% for 90 days, respectively. The moringa seed presented antioxidant activity indicating potential for application in meat products as a natural and functional ingredient. These results showed that the addition of 3% of moringa seed flour as partial fat replacer reduced 11.6% lipid content, did not presented colorimetric difference noticeable and resulted in higher lipid stability during storage.

Keywords: Fiber. Lipid. Lipid oxidation. Antioxidant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática de uma emulsão cárnea.....	18
Figura 2 - Microfotografia de uma emulsão cárnea corada pelo método de Eusina, onde FPI representa o filme proteico interfacial.	18
Figura 3 - Árvore <i>Moringa oleifera</i>	24
Figura 4 - Sementes de <i>Moringa oleifera</i> , sendo A sementes com cascas, B sementes sem cascas e C farinha da semente.	26
Figura 5 - Reação em cadeia da oxidação lipídica.	28
Figura 6 - Fluxograma geral do processo de produção de mortadela de frango.	36
Figura 7 - Avaliação da cor objetiva para o parâmetro Luminosidade (L*) de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de <i>Moringa oleifera</i> Lam. durante armazenamento a 4°C.	64
Figura 8 - Avaliação da cor objetiva para o parâmetro a* de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de <i>Moringa oleifera</i> Lam. durante armazenamento a 4°C.	65
Figura 9 - Avaliação da cor objetiva para o parâmetro b* de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de <i>Moringa oleifera</i> Lam. durante armazenamento a 4°C.	66
Figura 10 - Avaliação do índice de saturação C* de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de <i>Moringa oleifera</i> Lam. durante armazenamento a 4°C.	67
Figura 11 - Avaliação do ângulo tonalidade h* de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de <i>Moringa oleifera</i> Lam. durante armazenamento a 4°C.	68
Figura 12 - Diferença colorimétrica total (ΔE) de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de <i>Moringa oleifera</i> Lam. após o processamento e armazenamento a 4°C por 40, 60 e 90 dias.	69
Figura 13 - Avaliação da oxidação lipídica (em mg de TBARS. kg-1 de amostra) de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de <i>Moringa oleifera</i> Lam. durante armazenamento a 4°C.	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físico-químicas de mortadelaq.....	15
Tabela 2 - Formulações de mortadela de frango com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de Moringa oleífera.	35
Tabela 3 - Formulações de mortadela de frango com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de Moringa oleífera.	55
Tabela 4 - Composição química aproximada, capacidade de retenção de água (CRA), atividade de água (Aa), pH e atividade antioxidante da farinha de semente de Moringa oleifera Lam.	60
Tabela 5 - Composição química aproximada das mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de Moringa oleifera Lam.	61
Tabela 6 - Estabilidade da emulsão (EE), capacidade de retenção de água (CRA), atividade de água (Aa) e pH das mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de Moringa oleifera Lam.	62
Tabela 7 - Valores de textura instrumental (dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade) das mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de Moringa oleifera Lam.	63

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1	MORTADELAS: DEFINIÇÕES E TENDÊNCIAS ATUAIS	15
3.1.1	EMULSÃO CÁRNEA	17
3.1.2	SUBSTITUTO DE GORDURA EM MORTADELAS	19
3.2	FIBRAS	21
3.3	<i>MORINGA OLEIFERA</i> LAM.....	23
3.3.1	SEMENTES DE <i>Moringa oleífera</i>	25
3.4	OXIDAÇÃO LIPÍDICA.....	27
3.5	ANTIOXIDANTES.....	29
4.	MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1.	CARACTERIZAÇÃO DAS SEMENTES DE <i>Moringa oleífera</i>	31
4.1.1	Composição Química	32
4.1.2	Medida de pH e atividade de água	32
4.1.3	Capacidade de Retenção de Água	32
4.1.4	Determinação de atividade antioxidante	33
4.1.4.1	Obtenção dos extratos.....	33
4.1.4.2	Determinação de Compostos Fenólicos Totais	33
4.1.4.3	Determinação da atividade antioxidante por FRAP	33
4.1.4.4	Determinação da atividade antioxidante por ABTS ^{o+}	34
4.2	ELABORAÇÃO DAS MORTADELAS DE FRANGO	34
4.2.1	Matéria-prima	34
4.2.2	Processamento das Mortadelas de Frango.....	34
4.3	Análises das mortadelas	36
4.3.1	Composição Química	36
4.3.2	Medida de pH e atividade de água	36

4.3.3	Medida de cor	37
4.3.4	Análise do Perfil de Textura	37
4.3.5	Oxidação Lipídica	37
4.3.6	Estabilidade de Emulsão.....	38
4.3.7	Capacidade de Retenção de Água	38
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	39
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
6.1	Artigo Científico.....	50
6.1.1	INTRODUÇÃO	51
6.1.2	MATERIAL E MÉTODOS	52
6.1.2.1	Caracterização das sementes de <i>Moringa oleifera</i> Lam.	52
6.1.2.1.1	Composição química da farinha de semente de moringa	53
6.1.2.1.2	Capacidade de retenção de água, pH e atividade de água	53
6.1.2.1.3	Atividade antioxidante da farinha de semente de <i>Moringa oleifera</i>	53
6.1.2.2	Elaboração das mortadelas de frango	54
6.1.2.2.1	Composição Química	56
6.1.2.2.2	Estabilidade de Emulsão, Capacidade de retenção de água, atividade de água e pH.....	56
6.1.2.2.3	Análise do Perfil de Textura.....	56
6.1.2.2.4	Medida de cor	56
6.1.2.2.5	Oxidação Lipídica	57
6.1.2.3	Análise estatística	57
6.1.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
6.1.3.1	Caracterização da farinha de semente de <i>Moringa oleifera</i> Lam.	57
6.1.3.2	Avaliação das mortadelas de frango com a adição de farinha de semente de <i>Moringa oleifera</i> Lam.....	60
6.1.4	CONCLUSÃO.....	71
6.1.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

1. INTRODUÇÃO

Os consumidores nos dias de hoje têm maior disponibilidade de alimentos e uma melhor qualidade no que comem quando comparados com os consumidores de 30 a 50 anos atrás. Têm também maior poder de escolha, mais informações sobre os produtos e, por terem grande mobilidade, podem conhecer diferentes ingredientes e sabores. Os consumidores vêm exigindo menor tempo de preparo, controle das porções, produtos que possam ser estocados para consumo posterior e alimentos que possuam apelo saudável (WEISS et al., 2010).

Assim, o consumo de produtos cárneos processados é função de sua conveniência, variedade, preço e valor nutricional. Os fatores que influenciam a escolha e compra dos alimentos por parte dos consumidores são: praticidade, busca por alimentos que possam trazer algum benefício à saúde aliado ao prazer do consumo e a preferência por produtos cárneos com baixo teor de gordura, baixo teor de sódio ou teor reduzido de calorias (SHAND et al., 1990).

A mortadela é um produto cárneo embutido de origem italiana, que é muito apreciado no Brasil. Antigamente este alimento era associado às classes sociais mais baixas da população por ser uma fonte de proteína animal com preço acessível. As mortadelas representam um importante mercado na indústria de carnes, pois apresentam grande aceitação pelos consumidores, devido às gorduras presentes que conferem aroma, sabor, textura e suculência desejáveis (TRINDADE et al., 2010). O consumo médio *per capita* de mortadela no Brasil é de 0,5 kg.ano⁻¹ (IBGE, 2011).

Alimentos com preparo rápido e de grande aceitação popular, como produtos cárneos processados, vem se tornando linha de estudo interessante na área de carnes (VERMA et al., 2010; GARCÍA et al., 2009). No entanto, os produtos cárneos processados em geral e principalmente os emulsionados, possuem alto teor de lipídios em sua composição e devido ao aumento das doenças crônico-degenerativas como as cardiopatias e obesidade, tem sido dada atenção especial às dietas com baixos constituintes de lipídios (GUERRA, 2010), por esta razão, muitas indústrias optaram desenvolver produtos cárneos com baixo teor de lipídios. Desta maneira, a utilização de ingredientes benéficos à saúde é um caminho para o desenvolvimento de alimentos funcionais. Estes ingredientes incluem as proteínas vegetais, as fibras, os antioxidantes naturais, os probióticos e os prebióticos (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2001).

Adição de fibras em produtos cárneos emulsionados permite denomina-lo como um alimento funcional, contando que sua funcionalidade seja comprovada e apresente quantidade mínima de fibras no produto final de acordo com a legislação, podendo preservar as características sensoriais como a cor e a textura e também atuar como agente estabilizante.

A semente de *Moringa oleifera* por apresentar teores de fibras (7,7%), proteínas (38,3%), lipídios (36,9%) (RUTTARATTANAMONGKOL et al., 2014), e de substâncias com atividade antioxidante como compostos fenólicos e atividade antimicrobiana (SINGH, NEGI e RADHA, 2013), representa uma ótima alternativa como ingrediente funcional para utilização em emulsionados cárneos como a mortadela.

A mortadela por ser um produto perecível e rico em lipídios tende a ser suscetível às reações oxidativas resultando em alterações de cor, sabor e aroma do produto e até mesmo na formação de compostos potencialmente tóxicos (HOAC et al., 2006; SHAHIDI, 1998; ULU, 2004), como o malonaldeído e os óxidos de colesterol que possuem uma provável relação com a formação de câncer (PIEDADE, 2007). Desta forma, pretendeu-se investigar a inclusão de farinha de semente de *Moringa oleifera* na elaboração de mortadela de frango com intuito de produzir um alimento cárneo com maior teor de fibras, menor teor de gordura e maior estabilidade oxidativa.

1. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver e avaliar mortadelas de frango elaboradas com inclusão de farinha de sementes de *Moringa oleifera* Lam. em substituição parcial à gordura.

2.2 Objetivos Específicos

- ❖ Caracterizar a composição química e as propriedades funcionais da semente de *Moringa oleifera* Lam.
- ❖ Desenvolver formulações para a elaboração de mortadela com adição de farinha de semente de moringa como substituto parcial de gordura.
- ❖ Analisar a composição química, cor e perfil de textura das mortadelas elaboradas com adição de farinha de semente de moringa.
- ❖ Avaliar a cor e a oxidação lipídica das mortadelas elaboradas com adição de farinha de semente de moringa durante o armazenamento (24 horas, 40, 60 e 90 dias após o processamento a 4°C).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 MORTADELAS: DEFINIÇÕES E TENDÊNCIAS ATUAIS

Segundo a Instrução Normativa nº 4, de 31/03/2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a mortadela é definida como um produto cárneo industrializado, formada a partir de uma emulsão de carnes de animais de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas, e submetido a tratamento térmico adequado.

O produto classificado como mortadela pode conter carnes de diferentes espécies de animais de açougue, adição de carnes mecanicamente separadas, até o limite máximo de 60%; miúdos comestíveis de diferentes espécies de animais de açougue (estômago, coração, língua, fígado, rins, miolos), pele e tendões no limite de 10% (máximo) e gorduras. A mortadela de carne de ave deve conter carne de ave, carne mecanicamente separada, no máximo de 40%, até 5% de miúdos comestíveis de aves (fígado, moela e coração) e gorduras (MAPA, 2000).

Em relação às características físico-químicas da mortadela, os limites devem ser obedecidos de acordo com a Tabela 1 (BRASIL, 2000):

Tabela 1- Características físico-químicas de mortadela

Características Físico-Químicas	Limite Permitido
Amido	5,0% (máximo)
Carboidratos totais	10% (máximo)
Umidade	65% (máximo)
Gordura	30% (máximo)
Proteína	12% (mínimo)

Fonte: Brasil, 2000.

A composição de mortadelas deve conter ingredientes obrigatório tais como: carnes das diferentes espécies de animais de açougue e sal. E, como ingredientes opcionais: água, gordura animal e/ou vegetal, proteínas de origem animal e/ou vegetal, aditivos intencionais, agente de liga, açúcares, aromas especiais ou condimentos, vegetais (amêndoas, pistaches, frutas, azeitonas, etc.) e queijos (BRASIL, 2000).

Cada ingrediente da mortadela tem característica única e desempenha um papel importante no processo. A água é o ingrediente fundamental na produção dos produtos

emulsionados cozido, pois funciona como solvente para o sal sendo necessário para solubilizar as proteínas, se a umidade presente não for suficiente, o potencial de capacidade de emulsificação torna-se limitado (PRICE e SCHWEIGERT, 1976).

Segundo Terra (1998), o cloreto de sódio, além de potencializar o sabor, atua aumentando a solubilidade das proteínas e diminuindo a interação entre elas. Os polifosfatos, por elevarem o pH, têm ação sinérgica ao sal, potencializa a ação de solubilizar as proteínas (SHIMOKOMAKI et al., 2006). De acordo com Ordóñez (2005b), nitrito e nitrato servem para estabilizar a cor, contribuem para desenvolver o aroma característico da carne curada, inibem o crescimento de algumas bactérias, especialmente o *Clostridium botulinum* e retardam a rancidez lipolítica. O ascorbato de sódio é usado como coadjuvante no desenvolvimento e na estabilização da cor da carne. O amido é usado tanto como espessante, agente estabilizante, agente de textura, ligante de água ou de gordura (PEDROSO e DEMIATE, 2008).

O processo de elaboração da mortadela inicia-se com a moagem da matéria-prima (carne, gordura e outros tecidos), esta etapa é importante devido à liberação das proteínas miofibrilares das células das fibras musculares.

Durante o processamento é adicionado o sal e demais ingredientes e a temperatura próxima de 7°C é benéfica, pois evita a liquefação da gordura e auxilia a solubilidade das proteínas, aumentando a capacidade de escoamento da massa e formação da emulsão (BAILEY e LIGHT, 1989). Após a emulsão, vem o processo de embutimento que consiste em introduzir a massa já preparada na tripa, previamente selecionada e disposta para esse fim. E posteriormente o cozimento, que é feito por imersão das peças em banho de água quente (abaixo de temperaturas de ebulição) e é controlado até que o interior da peça chegue a 72°C, e tem por objetivo desenvolver características sensoriais desejadas como sabor, textura e cor; ligação da massa através da coagulação das proteínas; inativação das enzimas cárneas que poderiam causar alterações no produto e destruição das formas vegetativas dos microorganismos não esporulados. E por fim, a refrigeração em temperaturas inferiores a 10°C (ORDÓÑEZ, 2005b).

A mortadela apesar de não se enquadrar na definição de emulsão verdadeira (dois líquidos imiscíveis, dispersos no estado coloidal), se assemelha a uma emulsão na sua estrutura e nas propriedades físicas, propriedade conferida principalmente pelas proteínas miofibrilares e gordura (CANHOS e DIAS, 1984).

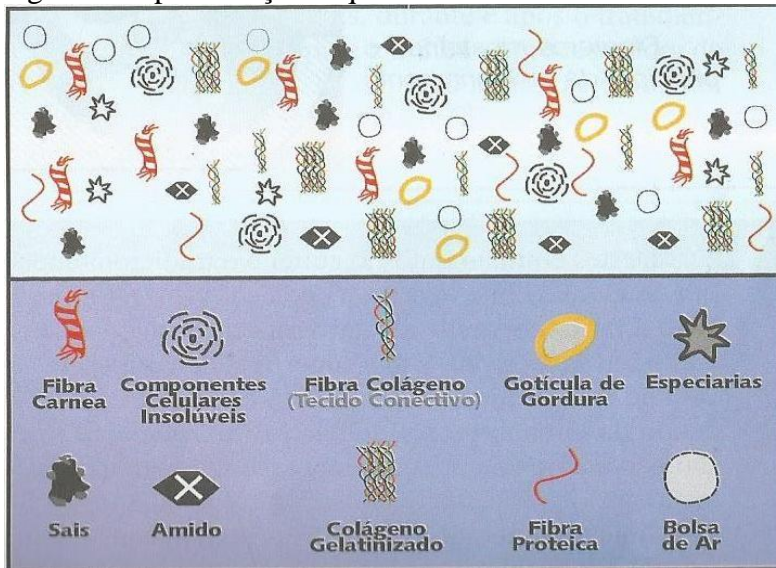
3.1.1 EMULSÃO CÁRNEA

Emulsão é um sistema heterogêneo que consiste em dois líquidos imiscíveis, completamente difusos um no outro. Para realizar uma emulsão, é necessário óleo, água, emulsificante e energia (geralmente mecânica). A energia é necessária para deformar e romper os glóbulos, pela agitação intensa. Para obter uma estabilidade física, as emulsões requerem adição de emulsificantes, que são moléculas com propriedades anfifílicas (interagem com a interface do óleo e da água, reduzindo a tensão superficial). Os emulsificantes são capazes de interagir com outros componentes dos alimentos; portanto, a escolha é muito significativa para a estabilidade física da emulsão (ARAÚJO, 2012b).

As emulsões podem ser classificadas de acordo com a distribuição relativa das diferentes fases. Um sistema formado por gotas de óleo dispersas em uma fase contínua aquosa é chamado emulsão óleo em água (O/A), como o leite, maionese, sopas e molhos; enquanto que um sistema formado por gotas de água dispersas em uma fase oleosa é chamado emulsão água em óleo (A/O), tendo como exemplos a margarina e a manteiga. Em uma emulsão O/A, as partículas de gorduras têm tamanho entre 0,1 a 5,0 μm (ARAÚJO, 2012b, SHIMOKOMAKI et al., 2006).

A emulsão cárnea é uma suspensão coloidal complexa, não totalmente homogênea e suas partículas dispersas possuem tamanho de 10 a 50 μm . A fase dispersa é constituída por partículas de gordura, fibras musculares, aditivos, farináceos, etc., e a fase contínua é constituída por água, sal, proteínas hidrossolúveis e outros elementos solúveis (SHIMOKOMAKI et al., 2006). A Figura 1 ilustra esquematicamente a emulsão cárnea com seus ingredientes.

Figura 1-Representação esquemática de uma emulsão cárnea

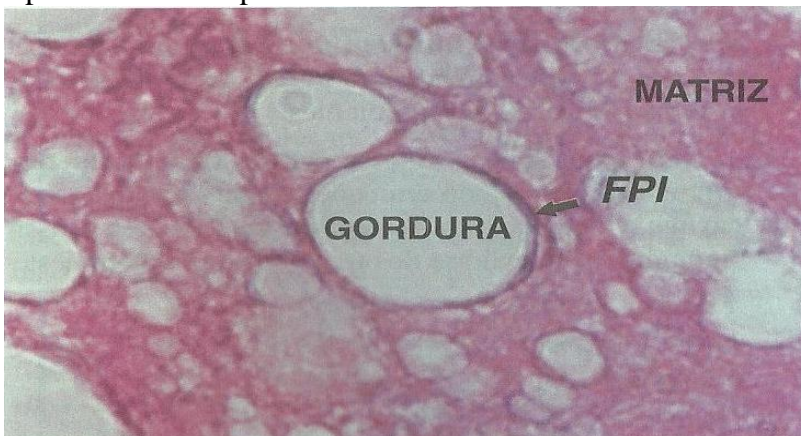


Fonte: Shimokomaki (2006).

A proteína, por possuir uma porção hidrofílica (polar) e hidrofóbica (apolar), atua na interface entre gordura e água, diminuindo a tensão interfacial entre as duas, unindo-as e evitando a saída e a coalescência da gordura. A água interage com a porção polar e a gordura com a porção apolar da proteína (SHIMOKOMAKI, 2006). A emulsão é estável quando os lipídeos não se separam durante o cozimento, sendo de grande importância econômica para as indústrias de produtos cárneos (PEARSON e GILLET, 1996).

A Figura 2 representa a microscopia óptica de uma emulsão cárnea, onde pode ser observado um glóbulo de gordura sendo circundado por um filme proteico interfacial (FPI), que está estabilizando a gordura.

Figura 2- Microfotografia de uma emulsão cárnea corada pelo método de Eusina, onde FPI representa o filme proteico interfacial.



Fonte: Shimokomaki (2006).

Apesar de a mortadela ser um alimento com valor proteico, é também fonte de gordura, uma vez que as mortadelas tradicionais possuem de 15 a 30 de lipídios em 100 gramas de produto, sendo preocupante já que o índice de obesidade e portadores de doenças coronarianas no Brasil é alto (GUERRA, 2010). Na tentativa de diminuir este risco, os estudos com embutidos cárneos, tem se concentrado em opções para diminuir e/ou substituir os teores de lipídios adicionados à mortadela que tenham como característica sabor neutro, maior capacidade de reter água e de reduzir as perdas no cozimento, melhoria na fatiabilidade do produto e menor custo (SELGAS, CÁCERES e GARCÍA, 2005).

3.1.2 SUBSTITUTO DE GORDURA EM MORTADELAS

Os consumidores estão mais conscientes dos efeitos prejudiciais da gordura para a saúde, conhecendo que o consumo excessivo de alimentos com alto teor de gordura está diretamente relacionado com a obesidade e aumento do risco de doenças cardiovasculares. Portanto, as indústrias de carnes devem estar preocupadas em produzir produtos cárneos mais saudáveis, mas que tenham propriedades tecnológicas e sensoriais aceitáveis para os consumidores (JOSQUIN, LINSSEN e HOUBEN, 2012).

A redução da gordura seria aparentemente o método mais simples e eficiente para a produção de produtos com baixo teor de gordura; no entanto, a substituição direta de gordura por água em produtos cárneos emulsionados ou triturados, pode levar a problemas de textura, reduzir o rendimento da produção, formação de aspecto borrachudo, suculência excessiva e mudanças nas qualidades sensoriais após o cozimento ou o reaquecimento (COLMENERO, 1996; KEETON, 1994).

Diferentes ingredientes, ricos em fibras, têm sido utilizados como aditivos funcionais em produtos cárneos emulsionados para substituir a gordura. Isso resultou na produção de produtos cárneos de baixo teor de gordura, mais estáveis e com melhores propriedades de textura (BLOUKAS e PANERAS, 1996; CLAUS e HUNT, 1991; COFRADES, HUGHES e TROY, 2000; DESMOND e TROY, 1998; GRIGELMO-MIGUEL, ABADÍAS-SERÓS e MARTÍN-BELLOSO, 1999).

As fibras alimentares têm sido utilizadas em produtos cárneos, não apenas como potencial para substitutos de gordura, mas também por causa de seus possíveis efeitos benéficos à saúde (CHANG e CARPENTER, 1997; HUGHES, COFRADES e TROY, 1997; MANSOUR e KHALILL, 1997). A incorporação diária de fibras na dieta é recomendada

devido ao seu impacto bem conhecido na redução do risco de câncer de cólon, obesidade, doenças cardiovasculares e outras doenças (EASTWOOD, 1992).

Além disso, as fibras alimentares colaboram para as propriedades reológicas de produtos (MUDGIL e BARAK, 2013) através de características como a solubilidade, viscosidade, formação de gel, capacidade de retenção de água e aumento de volume através de associação entre moléculas (CUMMINGS e STEPHEN, 2007; MUDGIL e BARAK, 2013).

Ao adicionar amido e fibra de ervilha como substituto da gordura em mortadela Bologna, Pietrasik e Janz (2010) observaram melhora na textura, diminuição na perda por cozimento, aumento na capacidade de retenção de água e também forte potencial de compra, sendo que 73-81% dos consumidores entrevistados indicou vontade de comprar esse produto.

Oliveira (2011), ao adicionar inulina, frutooligossacarídeo ou galactooligossacarídeos como substituto de gordura em mortadela percebeu redução de 35% de gordura no produto final e os parâmetros dureza, mastigabilidade, coesividade e elasticidade não diferiram da mortadela controle, sendo assim, a aplicação dos oligossacarídeos não digeríveis mostrou-se vantajosa como substituto de gordura em produtos cárneos emulsão.

Schmiele (2015) elaborou uma emulsão cárnea com substituição da gordura por fibra de celulose amorfa (Z-trim®) e obteve um produto com redução de 50% de gordura, propriedades tecnológicas semelhantes ao controle e observou que não teve diferença significativa na força de cisalhamento em relação ao controle, mas aumentou significativamente a estabilidade da emulsão.

Kubota et al. (2012) avaliaram um embutido emulsão à base de carne de peixe com substituição do toucinho por isolado proteico de peixe, e obtiveram um produto com características semelhantes aos embutidos com carne bovina, mas com baixo teor de lipídios, sendo considerado *light*. Barreto (2007) também obteve uma mortadela com baixo teor de lipídios ao adicionar fibras (trigo, aveia e inulina) como substituto de gordura e observou que a fibra de trigo apresentou maior capacidade de retenção de água ($6,4 \text{ peso.peso}^{-1}$) em relação ao farelo de aveia ($5,3 \text{ peso.peso}^{-1}$) e a inulina ($1,3 \text{ peso.peso}^{-1}$) evidenciando potencial para aplicação em produtos cárneos. As formulações selecionadas com 6% de fibras (5% de inulina e 1% de fibra de aveia) e a formulação com 6,58% de fibras (5% de inulina, 1% de fibra de aveia e 0,58% de fibra de trigo) e a formulação controle (sem fibras) tiveram aceitação sensorial com notas variando de 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente) para os atributos cor, sabor, textura e impressão global.

Um produto emulsionado pode ter suas características nutricionais melhoradas. Asuming-Bediako et al. (2014), ao substituírem a gordura animal por óleo de colza e girassol em salsichas, obtiveram um produto com o aumento de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados e conseqüentemente diminuição dos ácidos graxos saturados, sem influenciar na oxidação lipídica e vida útil. Yunis et al. (2013) também observaram um aumento da relação de ácidos graxos poli-insaturados/saturados em mortadelas comparadas ao controle quando substituiu a gordura por óleo de canola, linhaça, oliva e soja. E os teores de colesterol de todos os tratamentos foram menores que o controle, concluindo uma melhora no perfil nutricional tanto pelo perfil dos ácidos graxos como pelos teores de colesterol.

3.2 FIBRAS

A compreensão do significado fisiológico de substâncias definidas como fibras alimentares e também do conceito de fibra alimentar progrediu ao decorrer dos anos. Porém, ainda há muitos aspectos sobre as propriedades e funções das fibras alimentares que não estão muito esclarecidos. Os botânicos definem fibra como uma parte das organelas celulares, os analistas químicos como um grupo de compostos químicos, os consumidores como uma substância com efeitos benéficos à saúde humana, enquanto que as indústrias podem tratá-la apenas como *marketing* (RODRÍGUEZ et al., 2006).

A Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA), em sua Resolução RDC n. 360, de 23/12/2003 (BRASIL, 2003), define fibra alimentar como qualquer material comestível, consumido normalmente como componente de um alimento, que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano.

A Anvisa alega ainda que as fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis. Esta alegação pode ser utilizada desde que a porção, de acordo com a indicação do fabricante, do produto pronto para consumo forneça no mínimo 3g de fibras para alimento sólido ou 1,5g de fibras para alimento líquido (ANVISA, 2008).

Outro conceito utilizado para fibra alimentar, segundo a *American Association of Cereal Chemists* (AACC, 2001) é: fibras são partes das plantas ou carboidratos análogos resistentes à digestão e absorção no intestino delgado de humanos, fermentados parcial ou completamente no intestino grosso. Estão incluídos neste grupo: polissacarídeos, oligossacarídeos, substâncias ligadas às fibras, como a lignina (MENEZES et al., 2013).

De acordo com a solubilidade em água de seus componentes, as fibras alimentares podem ser agrupadas em duas categorias: fibras solúveis e fibras insolúveis (CAVALCANTI, 1997). As fibras solúveis incluem a maioria das pectinas, gomas, mucilagens e hemiceluloses. São encontradas em frutas, farelo de aveia, cevada e leguminosas (feijão, lentilha, ervilha e grão de bico) (COPPINI, 2002).

A fibra solúvel é responsável pelo aumento do tempo de trânsito intestinal e está relacionada à diminuição do esvaziamento gástrico, ao retardo da absorção de glicose, diminuição da glicemia pós-prandial e redução do colesterol sanguíneo devido às suas propriedades físicas que conferem viscosidade ao conteúdo luminal (COSTA, 1997).

No cólon, as fibras solúveis são fermentadas pelas bactérias intestinais, produzindo ácidos graxos de cadeia curta (acético, butírico e propiônico). Estes ácidos graxos são responsáveis por regular a proliferação epitelial e diferenciação da mucosa colônica (ácido butírico); aumentar o fluxo sanguíneo e produção de muco; constituir fonte energética preferencial para os colonócitos (ácido butírico); reduzir o pH no cólon, com efeito no equilíbrio da microflora intestinal; estimular a absorção de sódio e água; exercer efeito sobre o metabolismo lipídico (ácido propiônico) e glicídico (ácidos acético e propiônico); estimular a secreção pancreática e de outros hormônios (COPPINI, 2002; GREEN, 2000; BORGES, 1997).

As fibras insolúveis contribuem para o aumento do volume do bolo fecal, redução do tempo de trânsito intestinal, retardo da absorção de glicose e retardo da hidrólise do amido (COSTA, 1997). Incluem a celulose, a lignina e algumas hemiceluloses e mucilagens. São encontradas em maior quantidade no farelo de trigo, nos cereais integrais e seus produtos, nas raízes e nas hortaliças (CAVALCANTI, 1997). A fração insolúvel das fibras é a mais abundante, constituindo cerca de 2/3 a 3/4 de fibra alimentar de uma dieta composta por variados alimentos de origem vegetal (MARLETT, 2002).

De acordo com Anjo (2004), os efeitos do consumo de fibras são a redução dos níveis de colesterol sanguíneo e diminuição dos riscos de desenvolvimento de câncer, decorrentes de três fatores: capacidade de retenção de substâncias tóxicas ingeridas ou produzidas no trato gastrointestinal durante processos digestivos; redução do tempo do trânsito intestinal, promovendo uma rápida eliminação do bolo fecal, com redução do tempo de contato do tecido intestinal com substâncias mutagênicas e carcinogênicas e formação de substâncias protetoras pela fermentação bacteriana dos compostos de alimentação (polissacarídeo, oligossacarídeos).

A ingestão de fibra alimentar também está relacionada à redução de risco de desenvolvimento de diabetes, doenças cardiovasculares, obesidade, câncer de cólon retal, síndrome do cólon irritável, constipação e diverticulose, devido às suas propriedades físico-químicas. Além disso, a fibra alimentar pode auxiliar na perda de peso, aumentar a saciedade, evitar a constipação intestinal, diminuir a glicemia pós-prandial, entre outras (BUTTRIS e STOKES, 2008; ANDERSON et al., 2009; QIANG et al., 2009; NAIR et al., 2010).

Do ponto de vista tecnológico, a aplicação de fibras em produtos cárneos interfere na capacidade de retenção de água, capacidade de ligação com gordura, viscosidade, geleificação, capacidade quelante, capacidade fermentativa, textura e outras propriedades (BORDERÍAS et al., 2005).

Viudas-Martos et al. (2010) ao adicionarem fibras de laranja e especiarias de óleos essenciais em mortadelas, observaram que teve melhoras no aspecto de cor e aceitação sensorial e teve efeitos desejáveis na estabilidade oxidativa e redução de crescimento microbiano. Bortoluzzi (2009) também adicionou fibras de laranja (1 e 3%) e reduziu o teor de gorduras em mortadelas de frango com melhora na estabilidade de emulsão. E o tratamento com 1% de fibra e 4% de gordura apresentou melhor aceitação sensorial e teor calórico reduzido em 51%.

A substituição de 10, 15 e 20% de gordura em salsichas tipo *frankfut* por uma mistura de pele de porco, água e fibras de trigo (2:2:1), com apelo a alimentos com redução de gordura, foram avaliadas por Choe et al. (2013) que obtiveram melhoras nas características de qualidade, apresentando menor perda por cozimento (26-39,5%), emulsões mais estáveis com menor teor de gordura exsudada (48,9-68%) e fluido exsudado (27,7-89,6%), e nas propriedades sensoriais, em que a pontuação de aceitação variou de 8,11-8,56. E ainda resultaram em menos gorduras (42-50%), menos calorias (19,0-31,9%) e com teores de proteínas mais elevados (2,0-9,4%) do que em salsichas controle.

Cyrino e Barreto (2006) relataram algumas razões para se utilizar fibras em produtos cárneos: por ser um ingrediente com grande benefício à saúde, ser constituído de ingredientes com propriedades funcionais reconhecidas, podendo ser utilizados como substitutos parciais de gorduras, contribuírem na capacidade de retenção de água, possuem odor neutro e podem conferir melhor fatiamento ao produto.

3.3 MORINGA OLEIFERA LAM.

A *Moringa oleifera* Lamarck (Figura 3) é uma árvore de médio porte pertencente à família *Moringaceae*, nativa do nordeste indiano, amplamente distribuída na Índia, Egito, Filipinas, Ceilão, Tailândia, Malásia, Burma, Pasquitão, Singapura, Jamaica e Nigéria (RAMACHANDRAN et al., 1980). Foi sendo introduzida em muitas partes do mundo, como o Afeganistão, Bangladesh, Sri Lanka, África, Ásia Ocidental e nas Américas, do México ao Peru, Ilhas do Caribe, Paraguai e Brasil (OLIVEIRA et al., 1999; MORTON, 1991).

Figura 3- Árvore *Moringa oleifera*.



Fonte: Roto (2014).

Trata-se de uma planta de múltiplo uso. Quase todas as partes da moringa são ditas como sendo de alto valor nutricional (folhas, frutos verdes, flores e sementes) e medicinal (todas as partes da planta) (MAKKAR e BECKER, 1997).

A moringa é uma planta arbórea com longas vagens verdes, sementes aladas, folhas grandes e flores brancas perfumadas. As árvores de moringa podem alcançar mais de 4 metros de altura, gerando flores e frutos em um ano; sendo possíveis muitas colheitas das sementes (MCCONNACHIE et al., 1999). Ela pode ser propagada a partir de suas sementes ou mudas, mesmo em solos pobres que exigem mínima atenção e pode sobreviver a longos períodos de seca (MORTON, 1991).

No Brasil, a moringa é encontrada em maior número na região Nordeste, principalmente nos estados do Maranhão, Piauí e Ceará (CYSNE, 2006). Atualmente, a cultura da moringa vem sendo difundida em todo o semiárido nordestino, devido a sua utilização no tratamento de água para uso doméstico (GALLÃO et al., 2006), e, mais recentemente, como forragem (VIEIRA, CHAVES e VIÉGAS, 2008), alimentação e medicinal (PASA et al., 2010).

O óleo da semente de moringa é utilizado como combustível doméstico, lubrificante e na fabricação artesanal de sabonetes e perfumes (MORTON, 1991). Em climas temperados como no sul do Brasil, esta espécie está sendo utilizada para a produção de óleo (SILVA et al., 2011).

A planta moringa é conhecida há séculos na antiga medicina hindu, a “ayuverda”, e lhe atribuem à capacidade de prevenir várias doenças. Além disso, tem usos práticos, terapêuticos e nutricionais, sendo extremamente efetiva “no combate à desnutrição” (TEIXEIRA, 2012). Ela vem sendo utilizada como um importante complemento alimentar em alguns países como a África, Ásia e já está sendo utilizada no nordeste brasileiro.

A moringa age como uma boa fonte de antioxidantes naturais devido à presença de vários tipos de compostos como ácido ascórbico, flavonoides, compostos fenólicos, ácido fítico e carotenoides (ANWAR et al., 2007; MAKKAR e BECHER, 1997; SHARAF et a., 2009; MOYO OYEDEMI et al., 2012).

Foi feito um levantamento pelo Centro Mundial dos Vegetais (AVRDC) em 120 espécies de plantas comestíveis, e em *Moringa oleifera* foi encontrada uma promissora espécie de acordo com sua alta atividade antioxidante, altos teores de micronutrientes e fotoquímicos, facilidade de cultivo e palatável.

Foram comparados os teores de antioxidantes e valores nutricionais de quatro espécies de moringa (*M. stenopetala*, *M. oleifera*, *M. drouhardii*, *M. peregrine*), entre elas, *M. oleifera* apresentou maiores teores de β -caroteno, ascorbato (Vitamina C), α -tocoferol (Vitamina E) e ferro, e foi a segunda com maior teor de proteína. *M. oleifera* cresce mais rápido do que as outras três espécies sob as terras subtropicais em Taiwan e esta é comumente consumida como vegetal no Sul da Ásia e África. As concentrações de quatro antioxidantes naturais (fenólicos totais, vitaminas A, C e E) encontradas em *M. oleifera*, com base no peso seco, foram $80 \mu\text{mol.g}^{-1}$ para os fenólicos, $100 \mu\text{mol.g}^{-1}$ de ácido ascórbico, $2,3 \mu\text{mol.g}^{-1}$ para α -tocoferol e $1,1 \mu\text{mol.g}^{-1}$ para β -caroteno. A quantidade de antioxidante em folhas de moringa é elevada, mesmo quando comparadas com legumes e frutas conhecidos por teores elevados de antioxidantes (YANG et al., 2006).

3.3.1 SEMENTES DE *MORINGA OLEIFERA*

Segundo NDABIGENGESRE e NARASIAH (1998), o uso de sementes de *Moringa oleifera* (Figura 4), como coagulante em tratamentos de águas e águas residuais, é uma

alternativa viável em substituição aos sais de alumínio, que são utilizados no tratamento de água em todo o mundo. Comparada com o alumínio, as sementes de moringa não alteraram significativamente o pH e a alcalinidade da água após o tratamento e não causaram problemas de corrosão. Elas produzem menor volume de lodo, o qual não é perigoso. As sementes de moringa apresentam uma alternativa viável de uso como coagulante em vez de alumínio não só nos países desenvolvidos, mas em todo o mundo.

Figura 4-Sementes de *Moringa oleifera*, sendo A sementes com cascas, B sementes sem cascas e C farinha da semente.



Fonte: Próprio autor (2015).

As sementes são fontes de proteínas (38,3%), lipídios (36,9%) e fibras totais (7,7%) (RUTTARATTANAMONGKOL et al., 2014). O óleo extraído das sementes de *Moringa oleifera* da variedade Periyakulam 1 (PKM 1), contém elevados teores de ácidos graxos insaturados, especialmente o oleico (71,6%) que apresenta alta resistência a oxidação, sendo o palmítico e o behênico (ambos com 6,4%) os ácidos graxos saturados dominantes (LALAS e TSAKINS, 2002).

O óleo de moringa utilizado como óleo para fritura pode ser uma alternativa saudável comparado com outros óleos utilizados, tais como palma, de canola e óleo de soja. Óleos com quantidades elevadas de ácidos graxos monoinsaturados (tipo oleico) são desejáveis devido a uma associação com a diminuição do risco de doença cardíaca coronária (MENSINK e KATAN, 1990; ABDULKARIM et al., 2007).

As sementes integrais também podem ser consumidas verdes, torradas ou em pó e preparadas como chás (FAHEY, 2005). As vagens e sementes, muitas vezes referidas como grãos de moringa, tem um gosto que varia do doce ao amargo e são mais popularmente consumidas após a fritura para obter um sabor como de amendoim (MAKKAR e BECKER, 1996).

Diversas propriedades biológicas têm sido atribuídas a sementes de moringa, como redução ao risco de câncer, atividade antioxidante, antibacteriana e antifúngica (C'ACERES et al., 1991; GUEVARA et al., 1999; SANTOS et al., 2005; CHUANG et al., 2007).

Outra propriedade da semente de moringa é a redução de danos no fígado, bem como sintomas de fibrose hepática, relatado por Hamza (2010) quando ele estudou o efeito de extrato da semente de moringa em ratos e observou que agiu contra a lesão hepática através de um mecanismo relacionado com as suas propriedades antioxidantes.

Viera et al. (2010) testaram os efeitos antibacterianos de extratos aquosos e etanólicos de sementes de moringa, e detectaram a atividade antibacteriana contra *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae* e *Escherichia coli* isolado do camarão *whiteleg*, *Litopenaeus vannamei*.

Segundo Singh et al. (2013) os extratos da farinha de semente da moringa mostraram a presença de polifenóis nas formas livre e ligada e também exibiram uma atividade antioxidante eficaz que foi confirmada por diferentes ensaios *in vitro*. Ambos os extratos mostraram também a atividade antibacteriana contra quatro bactérias: *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Yersinia enterocolitica*. Assim, as sementes de moringa tem o potencial de se tornar o promissor agente conservante natural com variadas aplicações em indústria de alimentos.

3.4 OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Os lipídios têm grande influência na qualidade nutricional e sensorial dos alimentos, pois apresentam elevado valor calórico, são uma fonte de ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis, contribuem para o sabor e a textura e são precursores de compostos de aroma (GANDEMER, 2002). No entanto, muitas destas funções podem ser prejudicadas ou alteradas durante o processamento e vida útil dos alimentos.

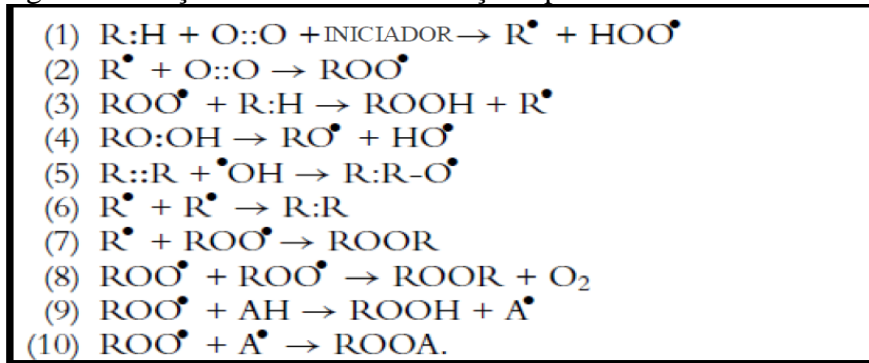
A rancificação auto-oxidativa, uma das principais reações de deterioração dos alimentos, implica no aparecimento de sabores e odores estranhos (conhecidos como ranço). Essa reação de deterioração provoca redução no valor nutritivo do alimento, como consequência da perda de ácidos graxos essenciais, sendo alguns produtos resultantes da reação potencialmente tóxicos (ORDÓÑEZ et al., 2005a).

Os alimentos cárneos, devido a sua riqueza na composição como elevada umidade, proteínas, gorduras e outros nutrientes, são produtos bastante suscetíveis às alterações de ordem físico-química e microbiológica, entre elas, a descoloração, rancificação, produção de odores desagradáveis, perda de nutrientes, produção de toxinas e mudanças na textura (OLIVO, 2006).

Os principais substratos da reação de oxidação lipídica são os ácidos graxos insaturados, pois as ligações duplas são centros ativos que podem reagir com o oxigênio. Os ácidos graxos insaturados oxidam-se mais facilmente quando estão livres e o grau de insaturação também influi na velocidade da reação, sendo que quanto maior o grau de insaturação maior a velocidade da reação (HAMILTON, 1994).

O processo de oxidação lipídica afeta os ácidos graxos insaturados e ocorre na forma de reação em cadeia que se divide em três fases: iniciação, propagação ou auto-oxidação e terminação (COUPLAND e MCCLEMENT, 1996; HOAC et al., 2006; PEREIRA DE ABREU et al., 2011). Observando o esquema apresentado por BREWER (2011) é possível compreender as etapas do processo de oxidação de lipídios.

Figura 5- Reação em cadeia da oxidação lipídica.



j

Fonte: Brewer, 2011.

O início da oxidação dá-se pela ação de agentes oxidantes (espécies reativas de oxigênio, metais ou enzimas) sobre ácidos graxos insaturados, com remoção de um átomo de H, formando um radical alquil R^\bullet (1). Este radical torna a reagir com o oxigênio formando o radical peroxil ROO^\bullet (2), que por sua vez, irá abstrair um átomo de H de outro ácido graxo insaturado, formando um hidroperóxido e novo radical alquil (3). Os hidroperóxidos são compostos não voláteis, sem odor e relativamente instáveis. A partir da degradação de hidroperóxidos formam-se novos radicais alcóxi (RO^\bullet) e hidroxil (OH^\bullet) (4), que irão reagir com novos ácidos graxos, propagando a reação em cadeia de oxidação, estes compostos são voláteis e responsáveis por alterações no odor e sabor dos alimentos. O processo só terá fim quando duas espécies radicais reagirem entre si formando um não radical (6 a 8) ou quando o radical reagir com um antioxidante (9 e 10) formando compostos estáveis (BREWER, 2011).

Processos como a moagem e trituração, que reduzem o tamanho das partículas durante a fabricação dos alimentos, favorecem a oxidação devido à mistura dos catalisadores, como os metais de transição com a porção lipídica e também pela maior exposição e incorporação de

oxigênio ao produto (ARAÚJO, 2012a). O aquecimento ou tratamento térmico aumenta a intensidade da maioria das reações químicas, por isso nos alimentos cozidos ou pasteurizados as reações de auto-oxidação são aceleradas e a formação de produtos primários e secundários ocorre mais rapidamente (CHOE e MIN, 2009). Além disso, o calor promove o rompimento da estrutura celular e a desnaturação das proteínas, com liberação de agentes oxidantes e dos fosfolipídios das membranas (ARAÚJO, 2012a; SAMPAIO et al., 2012).

A oxidação lipídica pode ocorrer rapidamente em emulsões de óleo em água, devido à sua grande área de superfície que facilita as interações entre os lipídios e os pró-oxidantes solúveis em água. Existem muitos fatores que podem potencialmente influenciar a taxa de oxidação de lipídios em emulsões óleo em água: composição de ácido graxo; pH da fase aquosa e composição iônica; tipo e concentração de antioxidantes e pró-oxidantes; concentração de oxigênio; características das gotículas dos lipídios, tais como o tamanho das partículas, a concentração e estado físico; e as propriedades das gotículas de emulsão interfacial, tais como espessura, carga, reologia e permeabilidade (WARAHO, 2011).

A oxidação pode ser minimizada através da remoção dos agentes pró-oxidantes do alimento. Contudo, devido à grande dificuldade em conseguir essa completa remoção, as indústrias usam agentes antioxidantes, com a intenção de evitar ou diminuir a deterioração oxidativa dos alimentos (CHOE e MIN, 2009).

3.5 ANTIOXIDANTES

Os antioxidantes estão presentes de forma natural ou intencional nas gorduras e alimentos para retardar o aparecimento do fenômeno de oxidação, procurando manter intactas suas características sensoriais. Os antioxidantes que se adicionam aos alimentos não devem causar efeitos fisiológicos negativos, produzir cores, odores nem sabores estranhos. Devem ser lipossolúveis, resistentes aos tratamentos a que seja submetido o alimento, ativos em baixas temperaturas e econômicos (ORDÓÑEZ et al., 2005a).

Os antioxidantes podem ser classificados como primários e secundários, e estes últimos por sua vez classificam-se como removedores de oxigênio e agentes complexantes. Os removedores de oxigênio, como o ácido ascórbico, palmitato de ascorbila, sulfito e eritorbatos, reagem com o oxigênio livre, removendo-o de um sistema fechado. Já os agentes complexantes imobilizam íons metálicos pró-oxidantes (como os de ferro e cobre), o que aumenta a energia de ativação das reações iniciais da auto-oxidação. Exemplos são o ácido

etileno diamino tetra-acético (EDTA), ácido cítrico e derivado do ácido fosfórico (ARAÚJO, 2012a).

Os antioxidantes primários são compostos fenólicos que promovem a remoção ou inativação dos radicais livres formados durante a iniciação ou propagação da reação, através da doação de átomos de hidrogênio, interrompendo a reação em cadeia. O átomo de hidrogênio ativo do antioxidante é abstraído pelos radicais livres com maior facilidade que os hidrogênios alílicos das moléculas insaturadas. Assim, formam-se espécies inativas para a reação em cadeia e um radical inerte procedente do antioxidante. Este radical, estabilizado pela ressonância do anel aromático, não tem a capacidade de iniciar ou propagar as reações oxidativas (RAMALHO e JORGE, 2006).

A origem das substâncias antioxidantes pode ser sintética ou natural. Os antioxidantes sintéticos mais utilizados na indústria de alimentos são o butilhidroxitolueno (BHT), o butilhidroxianisol (BHA) e a butilhidroxiquinona terciária (TBHQ), classificados como antioxidantes primários (BOZKURT, 2006; NÍCIFOROVÍČ et al., 2010). No entanto, devido à toxicidade de alguns antioxidantes sintéticos e à preferência dos consumidores por alimentos mais naturais e saudáveis, verifica-se atualmente um interesse maior na busca por antioxidantes naturais capazes de preservar os alimentos das alterações indesejáveis causadas pelas reações de oxidação e também atuar de forma benéfica sobre a saúde (JAYAPRAKASHA et al., 2004; GACHKAR et al., 2007; OKE et al., 2009; EBRAHIMABADI et al., 2010).

Os antioxidantes naturais podem ser extraídos de plantas. Muitas ervas e especiarias, utilizadas como condimentos em alimentos, são excelentes fontes de compostos fenólicos. Tais substâncias têm demonstrado alto potencial antioxidante, podendo ser usadas como conservantes naturais para alimentos (RICE-EVANS et al., 1996; ZHENG e WANG, 2001). Os principais antioxidantes naturais usados em alimentos são o ácido ascórbico, os carotenoides e os compostos fenólicos (tocoferóis, flavonoides e ácidos fenólicos) (BREWER, 2011; CHOE e MIN, 2009). Os compostos fenólicos exibem também propriedades fisiológicas (como antialérgica, antiaterogênica, anti-inflamatória, antimicrobiana, antitrombótica, cardioprotetora e vasodilatadora), mas o principal efeito dos compostos fenólicos tem sido atribuído à sua ação antioxidante em alimentos (BALASUNDRAM et al., 2006). Por isso, muitos estudos têm avaliado a ação dos antioxidantes naturais que são potenciais fontes de compostos fenólicos sobre a oxidação lipídica em alimentos.

Juhaimi et al. (2016) substituíram parcialmente a carne de almôndegas por farinha de semente de moringa (0, 2, 4 e 6%), os autores avaliaram a oxidação lipídica durante o período de 21 dias de estocagem a 4°C, verificaram que os valores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) aumentaram com o tempo de estocagem e os tratamentos adicionados de farinha de semente de moringa obtiveram menores valores e, também, aqueles com adição de 4 e 6% de farinha de semente de moringa foram menos oxidados durante os 21 dias de estocagem. Sharaf et al. (2009) utilizaram farinha desengordurada de semente de moringa nas concentrações de 3, 6, 9 e 12% como substituto de farinha de soja em fabricação de hambúrguer de carne e avaliaram a oxidação lipídica durante 3 meses de estocagem a -18°C, os resultados mostraram que os tratamentos adicionados nas concentrações de 6 a 12% de farinha desengordurada de semente de moringa foram menos oxidados quando comparado com o controle.

Zeid (2014) adicionou farinha de folha de moringa em hambúrguer de carne, nas concentrações de 0,5, 0,75 e 1% e estocou durante 3 meses a -18°C, e observou que a adição da farinha de folha de moringa em qualquer concentração aumentou a estabilidade de estocagem dos hambúrgueres e não afetou as características sensoriais (cor, sabor, odor, aparência e aceitação global). Jayawardana et al. (2015) avaliaram a oxidação lipídica de salsichas de frango adicionadas de farinha de folha de moringa (0,25, 0,50, 0,75 e 1,0%) e compararam com o controle (sem folha de moringa) e um antioxidante artificial (BHT). Os autores observaram que as amostras com 0,50%, 0,75% e 1% apresentaram valores de TBARS mais baixos que o antioxidante artificial (BHT) e o controle. Segundo Hazra (2012), a carne de búfalo moída cozida e introduzido com diferentes concentrações (1, 1,5 e 2%) de extrato bruto de folha de moringa obtiveram valores significativamente mais baixos de TBARS, quando comparado com o controle. Isto pode ser devido à inibição da peroxidação lipídica pelo extrato bruto de folha de moringa nas amostradas tratadas. O extrato da folha de moringa contém polifenóis que têm efeitos antioxidantes (HAZRA et al., 2011).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO DAS SEMENTES DE *Moringa oleifera*

As sementes de moringa foram adquiridas de um produtor da cidade de Maringá-PR. Primeiramente, as sementes de moringa foram descascadas manualmente e moídas em um

moinho modelo IKA[®] A11basic, em seguida foram finamente peneiradas (20 mesh de diâmetro). Após estes procedimentos a farinha integral de semente de moringa foi submetida às análises de composição química, medidas de pH e atividade de água, capacidade de retenção de água e atividade antioxidante, todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.1.1 Composição Química

A composição química da farinha de semente de moringa foi realizada segundo a metodologia oficial da Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2000): umidade, pelo método de estufa em 105°C; cinzas, pelo uso de mufla em 550°C; proteínas totais, pelo método de micro-Kjeldahl, utilizando o fator de conversão do nitrogênio de 6,25 e lipídios, pelo método Soxhlet. Fibra alimentar total, solúvel e insolúvel, foram determinadas segundo o método enzimico-gravimétrico descrito na AOAC (1995).

4.1.2 Medida de pH e atividade de água

O pH da farinha de semente de moringa foi medido utilizando um potenciômetro digital (Mettler Toledo modelo Five Easy[™] FE20). Cinco gramas de farinha de moringa foram homogeneizadas com 50 mL de água destilada em um agitador magnético e após a decantação o pH foi medido pela inserção do eletrodo nessa solução.

A atividade de água foi medida utilizando o equipamento Aqualab Dew Point 4 tev baseado no ponto de orvalho.

4.1.3 Capacidade de Retenção de Água

A capacidade de retenção de água da farinha de semente de moringa foi realizada conforme descrito por Robertson et al. (2000). Um grama de amostra foi hidratada com 30 mL de água destilada a temperatura ambiente em tubo centrifuga previamente pesado. Após 40 minutos, foi centrifugado a 1157 x g por 20 minutos, descartou-se o sobrenadante. A CRA foi calculada conforme fórmula a seguir, e expressa em g de água absorvida.g⁻¹ amostra.

$$CRA = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso inicial}}$$

4.1.4 Determinação de atividade antioxidante

4.1.4.1 Obtenção dos extratos

O extrato da semente foi preparado segundo a metodologia descrita por Siguemoto (2013). Um grama de amostra foi dissolvida em 25 mL de solução metanol : água 80:20(v.v⁻¹) e submetida a agitação por 1 hora a temperatura ambiente. Posteriormente, a solução foi centrifugada a 1500 x g por 15 minutos a 4°C. O sobrenadante foi coletado e o volume foi completado para 25 mL com solução metanólica 80%.

4.1.4.2 Determinação de Compostos Fenólicos Totais

Para a determinação de compostos fenólicos foi utilizada a metodologia descrita por Kumazawa et al. (2004). Neste procedimento, em uma alíquota de 0,5 mL do extrato da amostra foi adicionado 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu 0,9 N e 0,5 mL de carbonato de sódio 10% e foi incubado no escuro por 60 minutos a temperatura ambiente. Após este período realizou-se a leitura em espectrofotômetro (Libra S22, Biochrom®) a 760nm. Um branco foi utilizado contendo Folin-Ciocalteu 0,9N, carbonato de sódio 10% e água. Uma curva padrão com ácido gálico (4 a 24 µg.mL⁻¹) foi construída e os resultados expressos em mg equivalentes de ácido gálico (EAG).100 g⁻¹ em base seca.

4.1.4.3 Determinação da atividade antioxidante por FRAP

A atividade antioxidante foi realizada conforme a metodologia descrita por Sanches-Gonzales, Jimenez-Escrig e Saura-Calixto (2005). O reagente FRAP foi preparado da seguinte maneira: adicionou-se 2,5 mL de solução de TPTZ (2,4,6-Tris (2-pyridyl)-s-triazine) 10mM diluído em HCl 40mM, 2,5 mL de FeCl₃ 20mM e 25mL de tampão acetato 5mM pH 3,6. Em seguida adicionou-se em um tubo de ensaio 30µL do extrato da amostra, 70 µL de água ultrapura e 900 µL de reagente FRAP, homogeneizou-se e levou-se ao banho-maria a 37°C por 30 minutos. Então, fez-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro UV-visível (Libra S22, Biochrom®) a 595 nm. Um branco foi preparado com 100 µL de água ultrapura e 900 µL de reagente FRAP. A quantificação foi feita baseada na curva padrão de Trolox (50 a 600 µM). Os resultados foram expressos em µmol Trolox.g⁻¹ de amostra em base seca.

4.1.4.4 Determinação da atividade antioxidante por ABTS^{o+}

A atividade antioxidante pelo método de ABTS^{o+} (2,2', azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) foi realizada utilizando a metodologia descrita por Sanches-Gonzales, Jimenez-Escrig e Saura-Calixto (2005). O radical ABTS foi formado pela reação da solução de ABTS^{o+} 7mM com a solução de persulfato de potássio 2,45 mM, incubados no escuro por 16 horas, a temperatura ambiente. O radical, assim formado, foi diluído em tampão fosfato 20mM pH 7,4 até apresentar absorvância 0,700±0,020 a 730 nm. Uma alíquota de 10 µL do extrato da amostra foi transferida para o tubo de ensaio com 4,0 mL do radical ABTS, no escuro, após 6 minutos de reação, a absorvância foi lida em espectrofotômetro UV-visível (Libra S22, Biochrom®) a 730 nm. Uma curva padrão foi construída com solução de Trolox (0,75 a 10 mM) e os resultados expressos em µmol de Trolox.g⁻¹ de amostra em base seca.

4.2 ELABORAÇÃO DAS MORTADELAS DE FRANGO

4.2.1 Matéria-prima

A carne de peito de frango e a carne mecanicamente separada (CMS) foram doadas por um frigorífico da região de Londrina-PR. O toucinho foi adquirido no comércio local. Os ingredientes (fécula de mandioca, proteína isolada de soja, condimento, antioxidante, sal de cura e corante) foram doados pela empresa New Max Industrial Ltda.

4.2.2 Processamento das Mortadelas de Frango

Foram elaboradas quatro formulações diferentes de mortadela de frango com a adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de *Moringa oleifera* em substituição parcial a gordura, conforme descrito na Tabela 2, cada formulação foi processada em duplicata. A concentração máxima de farinha de semente na formulação foi definida através da percepção do paladar sobre o gosto da mortadela, no qual, acima de 5% foi perceptível um gosto amargo.

Tabela 2- Formulações de mortadela de frango com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de *Moringa oleífera*.

Ingredientes (%)	Tratamentos			
	C	T1	T3	T5
Peito de frango	30	30	30	30
CMS	27,32	27,32	27,32	27,32
Gordura	21	20	18	16
Água/gelo	14	14	14	14
Fécula de mandioca	3	3	3	3
Proteína isolada de soja	2,2	2,2	2,2	2,2
Farinha de semente de moringa	0	1	3	5
Condimento	0,6	0,6	0,6	0,6
Antioxidante	0,15	0,15	0,15	0,15
Sal de cura	0,02	0,02	0,02	0,02
Sal	1,7	1,7	1,7	1,7
Corante	0,015	0,015	0,015	0,015

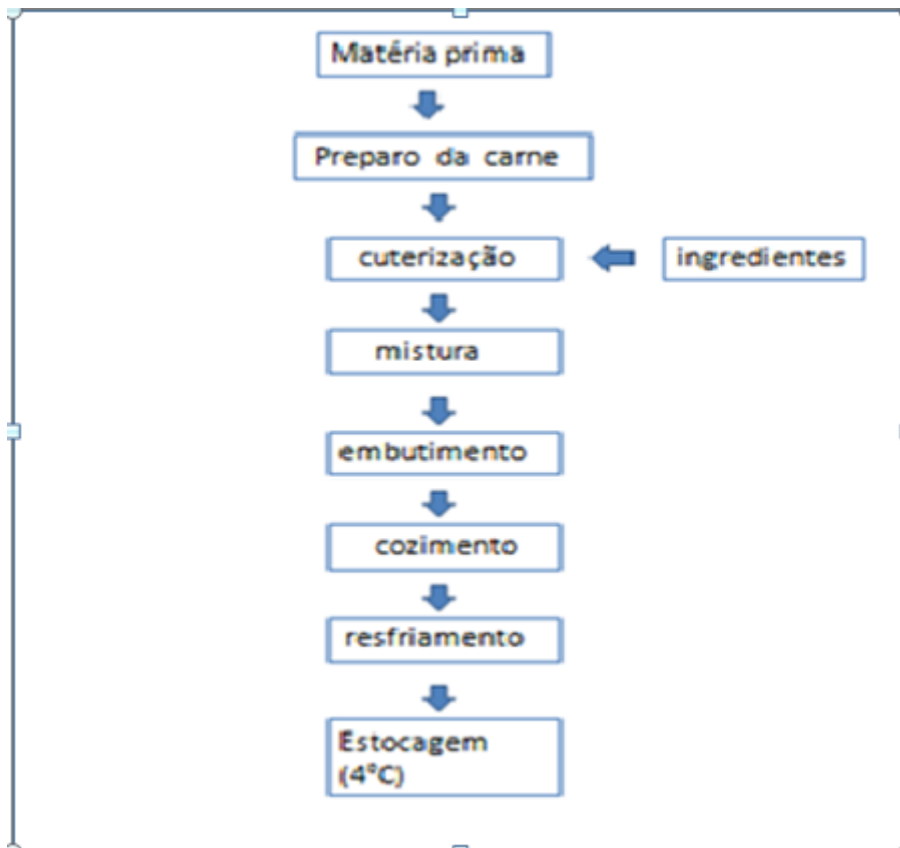
C= mortadela controle, T1= mortadela com adição de 1% de farinha de semente de moringa e redução de 1% de gordura; T3= mortadela com adição de 3% de farinha de semente de moringa e redução de 3% de gordura; T5= mortadela com adição de 5% de farinha de semente de moringa e redução de 5% de gordura.

As mortadelas de frango foram elaboradas conforme fluxograma apresentado na Figura 6. As carnes resfriadas (0°C) foram cortadas em pedaços, e levadas ao *cutter*, marca Sire, juntamente com o gelo em escamas. O uso de carne nesta temperatura foi necessário para favorecer a formação da emulsão, evitando que a temperatura do *cutter* se elevasse rapidamente. Ao iniciar a cominuição, foi adicionada a CMS. Após rápida homogeneização (cutterização em baixa velocidade), foram adicionados, na seguinte ordem: sal e toucinho, mantendo a cominuição por trinta segundos. Em intervalos de quinze segundos, foi adicionado o sal de cura, proteína isolada de soja, farinha de semente de moringa, condimento para mortadela, corante, antioxidante e, por último, a fécula. A cominuição foi mantida até que a massa atingisse 7°C, sendo a temperatura controlada por um termopar.

Após a custerização, uma alíquota da massa foi coletada para determinação da estabilidade da emulsão, o restante foi embutido (mortadelas de ± 500 g) em tripa artificial de poliamida. O cozimento das mortadelas foi realizado em banho-maria Dubnoff de acordo

com a seguinte programação: 45°C por 20 minutos; 55°C por 20 minutos; 65°C por 20min, 75°C por 20min e 85°C até que a temperatura interna da massa atingiu 72°C. Logo após o cozimento, foi aplicado choque térmico com banho de água e gelo (0°C) por 15 minutos. As mortadelas foram armazenadas sob-refrigeração a 4°C por 40, 60 e 90 dias para posteriores análises.

Figura 6- Fluxograma geral do processo de produção de mortadela de frango.



Fonte: Próprio autor (2015).

4.3 Análises das mortadelas

4.3.1 Composição Química

A composição química das mortadelas foi determinada em triplicata, segundo a metodologia oficial da AOAC (2000) conforme descrito no item 4.1.1.

4.3.2 Medida de pH e atividade de água

O pH das mortadelas foram medidos com auxílio de um potenciômetro conforme descrito no item 4.1.2

A atividade de água foi medida utilizando o equipamento Aqualab Dew Point 4 tev baseado no ponto de orvalho.

4.3.3 Medida de cor

A avaliação objetiva da cor das mortadelas foi feita com colorímetro Minolta® CR 400, com iluminante D65 e ângulo de visão de 10°. Os resultados foram expressos no sistema CIELAB, sendo L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul), os índices de saturação (C*), ângulo de tonalidade (h*). As medidas de cor foram realizadas no produto fatiado tomando três pontos diferentes de leituras por amostras. A diferença colorimétrica total (ΔE) foi calculada de acordo com a equação:

$$\Delta E = [(L^*_{t_0} - L^*_t)^2 + (a^*_{t_0} - a^*_t)^2 + (b^*_{t_0} - b^*_t)^2]^{1/2}$$
, onde t_0 indica a mortadela armazenada 24 horas após o processamento e t indica o tempo de 40, 60 e 90 dias de armazenamentos das mortadelas.

4.3.4 Análise do Perfil de Textura

O perfil de textura foi realizado no Texturômetro Universal Stable Micro System TA.XT plus com auxílio do probe metálico P035. Os parâmetros utilizados para analisar as propriedades mecânicas das mortadelas foram os definidos por Civille e Szczesniak (1973): dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade (mastigabilidade = dureza x coesividade x elasticidade). As amostras foram cortadas em cilindros de 3 cm de diâmetro e 2,2 cm de altura e para cada amostra foram analisados 3 cilindros. Os cilindros foram comprimidos em 50% de deformação, a velocidades de pré-teste, teste e pós-teste foram de 5 mm/s, a força *Trigger* foi 0,05N e a força de compressão foi 0,98N.

4.3.5 Oxidação Lipídica

A oxidação lipídica foi avaliada nas mortadelas processadas após 24 horas e no 40°, 60° e 90° dias de armazenamento em temperatura de refrigeração (4°C), pelo método de

substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) (TARLADGIS et al.,1960) com acréscimo do reagente sulfanilamida 0,5% em HCl 20% (v.v⁻¹). Assim, 10 gramas de amostra foram homogeneizadas com 98 mL de água destilada, 2,5mL de HCl 4M, 2,0mL de sulfanilamida 0,5% em HCl 20%, 2 gotas de antiespumante e algumas pérolas de vidro. A solução foi destilada durante 10 minutos e 50 mL do destilado foi coletado. A uma alíquota de 5,0 mL do destilado foram adicionados 5,0 mL de ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,02M, após a homogeneização, foram aquecidos em banho-maria fervente durante 35 minutos. Foi realizada a leitura em espectrofotômetro (Libra S22, Biochrom®) a 530nm, uma curva padrão utilizando solução de 1,1,3,3-tetraetoxipropano na concentração de $2,0 \times 10^{-5}$ M foi construída. A oxidação lipídica foi expressa em mg de TBARS.kg⁻¹ de amostra.

4.3.6 Estabilidade de Emulsão

A medida da estabilidade de emulsão (EE) foi determinada conforme o método proposto por Olivo et al. (1996) com modificações. Após o processamento das mortadelas, foi retirado diretamente do *cutter* 25 gramas de massa crua e pesados em tubos de centrifuga de 50 mL, previamente tarados. Estes foram submetidos a tratamento térmico a 70°C em banho-maria por 30 minutos, após serem resfriados a temperatura ambiente, foram centrifugados a 2057 x g por 3 minutos a temperatura ambiente. A quantidade de amostra retida foi expressa em % de estabilidade da emulsão pela seguinte equação:

$$\%EE = 100 - \left[\frac{(Pi-Pf)}{Pi} \times 100 \right]$$

Onde *EE* é a estabilidade da emulsão, *Pi* é o peso inicial da amostra, *Pf* é o peso final da amostra.

4.3.7 Capacidade de Retenção de Água

A capacidade de retenção de água foi realizada seguindo o método de Troy et al. (1999). Foram pesados 10 gramas de amostra de cada tratamento em um tubo de centrífuga de 50 mL e em seguida foram aquecidas a 90°C por 10 minutos. Após o aquecimento as amostras foram cuidadosamente removidas dos tubos com ajuda de uma pinça. Após o resfriamento das amostras, elas foram embrulhadas em uma gaze e colocadas novamente em tubos de centrífuga de 50 mL com algodão na parte inferior. As amostras foram centrifugadas

a 9000 x g a 4°C por 10 minutos e pesadas novamente. O valor da CRA foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\% \text{ CRA} = 1 - \frac{(P_i - P_f)}{U} \times 100$$

Onde CRA é a capacidade de retenção de água, P_i é o peso inicial da amostra, P_f é o peso final da amostra e U é o teor de água das amostras.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram analisados utilizando o programa STATISTICA 7.0 (StatSoft). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e o teste de médias Tukey a 5% de probabilidade foi aplicado para comparação dos resultados entre as diferentes formulações de mortadela.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. AACC Report. Dietary fiber technical committee. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, v.46, n.3, p.112-26, 2001.

ABDULKARIM, S. M.; LONG, K.; LAI, O. M.; MUHAMMAD, S. K. S.; GHAZALI, H. M. Frying quality and stability of high-oleic *Moringa oleifera* seed oil in comparison with other vegetable oils. **Food Chemistry**, v.105, p.1382–1389, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos IX - Lista de alegações de propriedade funcional aprovada julho 2008 disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm>. Acesso em: 30 de Julho de 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **RDC n° 360**, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Brasília, 2003. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ec3966804ac02cf1962abfa337abae9d/Resolucao_RDC_n_360de_23_de_dezembro_de_2003.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 27 de Julho de 2014.

ANDERSON J. W.; BAIRD P.; DAVIS R. H. JR, FERRARI S.; KNUDTSON M.; KORAYM A.; WATERS V.; WILLIAMS C. L. Health benefits of dietary fiber. **Nutricion & Dietetics**, v.67,n.4, p.188-205, 2009.

ANJO, D. L. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**. v.3, n. 2, p. 145- 154, 2004.

ANWAR, F.; LATIF, S.; ASHAF, M.; GILANI, A. H. Moringa oleifera: A food plant with multiple medicinal uses (a review). **Phytotherapy Research**, v.21, p.17–25, 2007.

ARAÚJO, J. M. A. Oxidação de lipídios em alimentos. In:_____. **Química de Alimentos: Teoria e Prática (5ed)**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012, p.1-3a.

ARAÚJO, J. M. A. Emulsão/emulsificantes. In:_____. **Química de Alimentos: Teoria e Prática (5ed)**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012, p.244-245b.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16th ed. Arlington: AOAC International, 1995. v. 2, p. 474.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTIS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2000, p. 1170.

ASUMING-BEDIAKO, N.; JASPAL, M. H.; HALLETT, K.; BAYNTUN, J.; BAKER, A.; SHEARD, P. R. Effects of replacing pork backfat with emulsified vegetable oil on fatt acid composition and quality of UK-style sausages. **Meat Science**, v. 96, p. 187-194, 2014.

BAILEY, A.J.; LIGHT, N.D. Connective tissue in meat and meat products. **Elsevier Applied Science**, p.355, 1989.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v.99, n.1, p.191-203, 2006.

BARRETO, A. C. S. Efeito da adição de fibras como substitutos de gordura em mortadelas. 2007. Tese de Doutorado em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.

BLOUKAS, J. G.; PANERAS, E. D. Quality characteristics of low-fat frankfurters manufactured with potato starch, finely ground toasted bread and rice bran. **Journal of Muscle Foods**, v.7, p.109-129, 1996.

BODERÍAS, A.J.; SÁNCHEZ-ALONSO, I.; PÉREZ-MATEOS, M. New applications of fibres in foods: addition to fishery products. **Trends in Food Science & Technology**, v.16, n.10, p.458-465, 2005.

BORGES V. C. Oligossacarídeos x Fibras Alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v.12, p.161-164, 1997.

BORTOLUZZI, R. C. Aplicação de fibra obtida da polpa de laranja na elaboração de mortadela de frango. 2009. Tese de Doutorado em Ciências dos Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo.

BOZKURT, H. Utilization of natural antioxidants: Green tea extract and *Thymbra spicata* oil in Turkish dry-fermented sausage. **Meat Science**, v.73, n. 3, p. 442-450, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000**. Aprova Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, Mortadela, Linguiça e Salsicha, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. Brasília, 2000. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7778>>. Acesso em: 18 de junho de 2014.

BREWER, M. S. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.10, p.211-247, 2011.

BUTTRIS J. L.; STOKES C. S. Dietary fibre and health: an overview. **Nutrition Bulletin**; v.33, p.186-200, 2008.

CÁCERES A.; CABRERA O.; MORALES O.; MOLLINEDO P.; MENDIA P. Pharmacological properties of *Moringa oleifera*. 1: preliminary screening for antimicrobial activity. **Journal Ethnopharmacol**, v.33, p.213-6, 1991.

CANHOS, D. A. L.; DIAS, E. L. **Tecnologia de carne bovina e produtos derivados**. Fundação Tropical de Pesquisa e Tecnologia – FTPT. São Paulo, 1984, p.291-292.

CAVALCANTI M. L. F. Fibras alimentares: definição e classificação. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v.12 (4), p.147-50, 1997.

CHANG, H. C.; CARPENTER, J. A. Optimizing quality of frankfurters containing oat bran and added water. **Journal Food Science**, v.62, n. 1, p. 194-202, 1997.

CHOE, E.; MIN, D. B. Mechanisms of Antioxidants in the Oxidation of Foods. **Cromprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.8, p.345-358, 2009.

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

CHUANG, P.; LEE, C.; CHOU, J.; MURUGAN, M.; SHIEH, B.; CHEN, H. Anti-fungal activity of crude extracts and essential oil of *Moringa oleifera* Lam. **Bioresource Technology** v.98, p.232–6, 2007.

CIVILLE, G. V.; SZCZESNIAK, L. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, v.4, p.204-223, 1973.

CLAUS, J. R.; HUNT, M. C. Low-fat, high-added bologna formulated with texture-modifying ingredients. **Journal of Food Science**, v.56, p.643–647, 1991.

COFRADES, S.; HUGHES, E.; TROY, D. J. Effects of oat fiber and carrageenan on the texture of frankfurters formulated with low and high fat. **European Journal of Food Research and Technology**, v.211, p.19–26, 2000.

COLMENERO, F. J. Technologies for developing low-fat meat products. **Trends in Food Science and Technology**, v.7, p.41–48, 1996.

COPPINI L. Z.; MARCO, D.; WAITZBERG D. L. **Introdução à fibra terapêutica: características e funções**. São Paulo: BYK Química e Farmacêutica, 2002.

COSTA R. P.; SILVA C. C.; MAGNONI C. D. Importância das fibras nas doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira Nutrição Clínica**, v.12, n.4, p.151-4, 1997.

COUPLAND, J. N.; MCCLEMENTS, D. J. Lipid oxidation in food emulsions. **Trends in Food Science & Technology**, v. 7, p. 83-91, 1996.

CUMMINGS, J. H.; STEPHEN, A. M. Carbohydrate terminology and classification. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.61, p.55–518, 2007.

CYRINO, N. A.; BARRETO, A. C. S. O que a Vitacel pode fazer aos seus embutidos. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 37, n 352, p. 110-111, 2006.

CYSNE, J. R. B. **Propagação in vitro de *Moringa oleifera* L.** 2006. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

DESMOND, E. M.; TROY, D. J. Comparative studies of nonmeat adjuncts used in the manufacture of low-fat beef burgers. **Journal of Muscle Foods**, v.9, p.221-241, 1998.

EBRAHIMABADI, A. H.; EBRAHIMABADI, E. H.; DJAFARI-BIDGOLI, Z.; KASHI, F. J.; MAZOOCHI, A.; BATOOLI, H. Composition and antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil and extracts of *Stachys inflata* Benth from Iran. **Food Chemistry**, v.119, p. 452-458, 2010.

EASTWOOD, M. A. The physiological effect of dietary fiber: An update. **Annual Review of Nutrition**, v.12, 19–35, 1992.

FAHEY J. W. *M. oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic properties. Part 1. **Trees for Life Journal**, v.1, p.5, 2005.

GACHKAR, L.; YADEGARI, D.; REZAEI, M. B.; TAGHIZADEH, M.; ALIPOOR ASTANEH, S. A.; RASOOLI, I. Chemical and biological characteristics of Cuminum cyminum and Rosmarinus officinalis essential oils. **Food Chemistry**, v.102, p. 898–904, 2007.

GALLÃO, M. I.; DAMASCENSO, L. F.; BRITO, E. S.; Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, n.1, p.106-109, 2006.

GANDEMER, G. Lipids in muscles and adipose tissues, changes during processing and sensory properties of meat products. **Meat Science**, v. 62, p. 309-321, 2002.

GARCÍA, M. L.; CALVO, M. M.; SELGAS, M. D. Beef hamburgers enriched in lycopene using dry tomato peel as an ingredient. **Meat Science**, v. 83, n. 1, p. 45-49, 2009.

GREEN C. J. Fiber in enteral Nutrition. **The South African journal of clinical nutrition**, v. 13, n.4, p.150-160, 2000.

GRIGELMO-MIGUEL, N.; ABADÍAS-SERÓS, M. I.; MARTÍN-BELLOSO, O. Characterisation of low-fat high-dietary fibre frankfurters. **Meat Science**, v.52, p.247-256, 1999.

GUERRA, I. C. D. **Efeito do teor de gordura na elaboração de mortadela utilizando carne de caprinos e de ovinos de descarte**. 2010. Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba.

GUEVARA A. P.; VARGAS C.; SAKURAI H.; FUJIWARA Y.; HASHIMOTO K.; MAOKA, T.; KOZUKA M.; ITO Y.; TOKUDA H.; NISHINO H. An antitumor promoter from *Moringa oleifera* Lam. **Mutation Research Genetic Toxicology Environmental Mutagenesis**, v. 440, p.181–188, 1999.

HAMILTON, R. J. The chemistry of rancidity in foods. In: HAMILTON, R. J.; ALLEN, J. C. **Rancidity in foods**. 3th ed. London: Blackie Academic & Professional, 1994. p. 1-21.

HAMZA, A. A. Ameliorative effects of *Moringa oleifera* Lam seed extract on liver fibrosis in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, p. 345–355, 2010.

HAZRA, S.; BISWAS, S.; BHATTACHARYYA, D.; Das, K. S.; KHAN, A. Quality of cooked ground buffalo meat treated with the crude extracts of *Moringa oleifera* (Lam.) leaves. **Journal Food Science Technology**, v. 49, n.2, p. 240-245, 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.

IBGE. Pesquisa de orçamentos familiares. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2008_2009_analise_consumo/pofanalise_2008_2009.pdf>. Acesso em: 27 de Julho de 2014.

JAYAPRAKASHA, G. K.; RAO, L. J.; SAKARIAH, K. K. Antioxidant activities of flavin in different in vitro model systems. **Bioorganic Medicinal Chemistry**, v.12, p.5141-5146, 2004.

JAYAWARDANA, C. B.; LIYANAGE, R.; LALANTHA, N.; IDDAMALGODA, S. Antioxidant and antimicrobial activity of drumstick (*Moringa oleifera*) leaves in herbal chicken sausages. **Food Science and Technology**, v.64, p.1204-1208, 2015.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**, v.59, n.1, p.5-13, 2001.

JOSQUIN, M. N.; LINSSEN, H. P. J.; HOUBEN, H. J. Quality characteristics of Dutch-style fermented sausages manufactured with partial replacement of pork back-fat with pure, pre-emulsified or encapsulated fish oil. **Meat Science**, v.90, p.81–86, 2012.

AL-JUHAIMI, F.; GHAFOOR, K.; HAWASHIN, M. D.; ALSAWMAHI, O. N.; BABIKER, E. E. Effects of different levels of Moringa (*Moringa oleifera*) seed flour on quality attributes of beef burgers. **CyTA - Journal of Food**, v.14, n.1, p.1–9, 2016.

KEETON, J. T. Low-fat meat products- technological problems with processing. **Meat Science**, v.36, p.261-276, 1994.

KUBOTA, E. H.; PALEZI, S. C.; SILVA, G. P. R.; MARAN, M. H. S.; ZENI, M. P.; CARLI, E. M. Embutido emulsionado com adição de isolado proteico á base de pescado (*Micropogonias Furnieri*). **Unoesc & Ciência – ACET**, v. 3, n. 2, p. 179-186, 2012.

KUMAZAWA, S.; HAMASAKA, T.; NAKAUAMA, T. Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. **Food Chemistry**, v.64, p.329-339, 2004.

LALAS, S.; TSAKINS, J. Characterization of *Moringa oleifera* seed oil variety “Periyakulam 1”. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 15, n.1, p. 65-77, 2002.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. **Journal of Agricultural Science**, v.128, p.311–322, 1997.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutritional value and whole and ethanol antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. **Animal Feed Science Technology**, v.63, p.211-228, 1996.

MANSOUR, E. H.; KHALILL, A. H. Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibers. **Food Research International**, v.30, n.314, p. 199-205, 1997.

MARLETT J. A.; MCBURNEY, M. I.; SLAVIN J. L. Position of the American dietetic association: health implications of dietary fiber. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 102, n.7, 2002.

MCCONNACHIE, G. L.; FOLKARD, G. K.; MTAWALI, M. A.; Sutherland, J. P. Field trials of appropriate hydraulic flocculation processes. **Water Research**, v.33, p.1425-1434, 1999.

MENEZES, E. W.; GIUNTINI, E. B.; DAN, M. C. T. Codex dietary fibre definition – Justification for inclusion of carbohydrates from 3 to 9 degrees of polymerization. **Food Chemistry**, v.140, p.581-585, 2013.

MENSINK, R. P.; KATAN, M. B. Effect of dietary trans-fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. **New England Journal of Medicine**, v.323, n.7, p.439–445, 1990.

MORTON, J. F. The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae): a boon to arid lands? **Economic Botan**, v.45, n.3, p.318-333, 1991.

MOYO, B.; OYEDEMI, S.; MASIKA, P. J.; MUCHENJE, V. Polyphenolic content and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaf extracts and enzymatic activity of liver from goats supplemented with *Moringa oleifera* leaves/sunflower seed cake. **Meat Science**, v.91, p. 441–447, 2012.

MUDGIL, D.; BARAK, S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.61, p.1-6, 2013.

NAIR K. K.; KHARB S.; THOMPSON D. K. Inulin Dietary fiber with functional and health attributes - a review. **Food Reviews International**, v.26, n.2, p.189-203, 2010.

NDABIGENGESERE A.; NARASIAH, S. K. Quality water treated by coagulation using *Moringa oleifera* seeds. **Water Research**, v.32, n.3, p.781-791, 1998.

NÍCIFOROVÍČ, N.; MIHAILOVIC, V.; MASKOVIC, S.; SOLUJIC, S.; STOJKOVIC, A.; MURATSPAHC, D. P. Antioxidant activity of selected plant species; potential new sources of natural antioxidants. **Food and Chemical Toxicology**, v.48, p.3125-3130, 2010.

OKE, F.; ASLIM, B.; OZTURK, S.; ALTUNDAG, S. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Satureja cuneifolia* Ten. **Food Chemistry**, v.112, p.874-879, 2009.

OLIVEIRA, J. T. A.; SILVEIRA, S. B.; VASCONCELOS, I. M.; CAVADA, B. S.; MOREIRA, R. A. Compositional and nutritional attributes of seeds from the multiple purpose tree *Moringa oleifera* Lamarck. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.79, p.815-820, 1999.

OLIVEIRA, T. L. C.; SANTOS, B. A.; CRUZ, A. G.; MESSIAS, V. C.; FARIA, J. A.; POLLONIO, M. A. R. Efeito da adição de oligossacarídeos não digeríveis em mortadela:

Avaliação de cor e Perfil de textura. **VI Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Carnes**, Sessão 12, p.1-4, 2011.

OLIVO, R.; BETANHO, C.; DAGLI, M. L. Z.; SHIMOKOMAKI, M. Como as fibras de colágeno estabilizam uma emulsão cárnea. **Revista Nacional de Carnes**, n. 230, p.20-24, 1996.

OLIVO, R. Alterações oxidativas em produtos cárneos. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. **Atualidades em Ciências e Tecnologia dos Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela. 2006, p. 155-163.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. v. 1. Porto Alegre: Artmed, 2005, p. 33-49a.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: alimentos de origem animal**. v.2. Porto Alegre: Artmed, 2005, p.190-196b.

PASA, M. C.; GONÇALVES, K. G.; SOUZA, S. S. S.; SILVA, G. R. G. Abordagem Etnobotânica de Moringa oleífera Lam.: do cultivo ao uso da espécie em Rondonópolis, Mato Grosso. **Flovet**, n.2, p.1-68, 2010.

PEARSON, A.M.; GILLET, T.A. **Processed Meats**, Chapman e Hall, New York, 3ed, 1996 p.436.

PEDROSO, R. A.; DEMIATE, I. M. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p.24-31, 2008.

PIEIDADE, K. R. **Uso de ervas aromáticas na estabilidade oxidativa de filés de sardinha (Sardinella brasiliensis) processados**. 2007. Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

PIETRASIK, Z.; JANZ, J. A. M. Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. **Food Research International**, v. 43, p. 602–608, 2010.

PRICE J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciência De La Carne y De Los Productos Carnicos**. Espanha, Zaragoza: Acribia, 1976, p.660.

QIANG, X.; YONGLIE, C.; QIANBING, W. Health benefit application of functional oligosaccharides. **Carbohydr Polym**, v. 77, n.3, p. 435-41, 2009.

RAMACHANDRAN, C.; PETER, K. V.; GOPALAKRISSHNAN, P. K. Drumstick (*Moringa oleifera*): A Multipurpose Indian Vegetable. **Economic Botany**, v. 34, n.3, p.276-83, 1980.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RICE-EVANS, C.; MILLER, N.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology and Medicine**, v.20, n.7, p.933-956, 1996.

ROBERTSON, J. A.; MONREDON, F. D.; DYSSSELER, P.; GUILLON, F.; Renato AMADO, R.; THIBAUT. J. F. Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: A European collaborative study. **Food Science & Technology**, v. 33, p.72-79, 2000.

RODRÍGUEZ, R., JIMÉNEZ, A., FERNÁNDEZ-BOLAÑO, J., GUILLÉN, R., HEREDIA, A. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science and Technology**, v. 17, n. 1, p. 3-15, 2006.

RUTTARATTANAMONGKOL, K.; SIEBENHANDL-EHN, S.; SCHREINER, M.; PETRASCH, A. M. Pilot-scale supercritical carbon dioxide extraction, physico-chemical properties and profile characterization of *Moringa oleifera* seed oil in comparison with conventional extraction methods. **Industrial Crops and Products**, v. 58, p.68–77, 2014.

SAMAPAIO, G. R.; SALDANHA, T.; SOARES, R. A. M.; TORRES, E. A. F. S. Effect of natural antioxidant combinations on lipid oxidation in cooked chicken meat during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v.135, p.1383.1390, 2012.

SANCHES-GONZALES, I.; JIMENEZ-ESCRIG, A.; SAURA-CALIXTO, F. In vitro antioxidant activity of coffes brewed using different procedures (italian, espresso and filter). **Food Chemistry**, v.90, p. 133-139, 2005.

SANTOS A. F. S.; ARGOLO A. C. C.; COELHO L. C. B. B.; PAIVA P. M. G.. Detection of water soluble lectin and antioxidant component from *Moringa oleifera* seeds. **Water Research**, v.39, p.975–980, 2005.

SCHMIELE, M.; MASCARENHAS, M. C. C. N.; BARRETO, A. C. S; POLLONIO, M. A. R. Dietary fiber as fat substitute in emulsified and cooked meat model System. **Food Science and Technology**, v.61, p.105-111, 2015.

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

SHAHIDI, F. Indicators for evaluation of lipid oxidation and off-flavor development in food. **Developments in Food Science**, v. 40, p.55-68, 1998.

SHAND, J. S.; SCHMIDT, G. R.; MANDIGO, R. W.; CLAUS, J. R. New technology for low-fat meat products. **Reciprocal Meat Conference Proceedings**, v.43, p.37-52, 1990.

SHARAF, A. M.; EBRAHIUM, M.E.; AMMAR, M.S.; ABD EL-GHANY, M.E. Influence of Using *Moringa* Meal Flour as Meat Extender on Quality Characteristics of Beef Burger Patties During Frozen Storage. **World Journal of Dairy & Food Sciences**, v.4, n.1, p.32-40, 2009.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. **Atualidades em Ciências e Tecnologia dos Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela. 2006, p. 123-132.

SIGUEMOTO, E. S. **Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (*Byrsonima crassifolia*) e da moringa (*Moringa oleifera*)**. 2013. Dissertação de Mestrado em Nutrição e Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

SILVA, N.; MENDER-BONATO, A.B.; SALES, J.G.C; PAGLIARINI, M.S. Meiotic behavior and pollen viability in *Moringa oleifera* (Moringaceae) cultivated in southern Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v.10 n.3, p. 1728-1732, 2011.

SINGH, G. S. R.; NEGI, S. P.; RADHA, C. Phenolic composition, antioxidant and antimicrobial activities of free and bound phenolic extracts of *Moringa oleifera* seed flour. **Journal of Functional Foods**, v.5, p.188 –1891, 2013.

TARLADGIS, B.G.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Champain, v.37, p.44-48, 1960.

TEIXEIRA, E. M. B. **Caracterização química e nutricional da folha de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) Estelamar**. 2012. Tese de Doutorado em Ciências dos Alimentos, Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo.

TERRA, N.N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo. Ed Unisinos, 1998.

TRINDADE, M. A.; THOMAZINE, M.; OLIVEIRA, J. M.; BALIEIRO, J. C. C.; FAVARO-TRINDADE, C. S. Estabilidade oxidativa, microbiológica e sensorial de mortadela contendo óleo de soja, armazenada a 0 °C durante 60 dias. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.13, n.3, p.165-173, 2010.

TROY, D. J.; DESMOND, E. M.; BUCKLEY, D. J. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.79, p.507-516, 1999.

ULU, H. Evaluation of three 2-thiobarbituric acid methods for the measurement of lipid oxidation in various meats and meat products. **Meat Science**, v.67, p. 683-687, 2004.

VERMA, A. K.; SHARMA, B. D.; BANERJEE, R. Effect of sodium chloride replacement and apple pulp inclusion on the physico-chemical, textural and sensory properties of low fat chicken nuggets. **LWT – Food Science and Technology**, v. 43, n. 4, p. 715-719, 2010.

VIEIRA, H.; CHAVES, L. H. G.; VIÉGAS, R. A.; Crescimento Inicial de Moringa (*Moringa Oleifera* Lam) Sob Omissão de Nutrientes. **Revista Caatinga**, v.21, n.4, p.51-56, 2008.

VIERA, G. H. F; MOURÃO, J. A.; ÂNGELO, M. A.; COSTA, R. A.; VIEIRA, R. H. S. F. Efeito antibacteriano (*in vitro*) de *Moringa oleifera* (moringa) e *Annona muricata* (graviola) Frente a Bactérias Gram-negativas e Gram-Positiva. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 52, n.3.p.1-7, 2010.

VIUDA-MARTOS, M.; RUIZ-NAVAJAS, Y.; FERNANDEZ-LOPEZ, J.; PEREZ-ALVAREZ, J. A. Effect of added citrus fibre and spice essential oils on quality characteristics and shelf-life of mortadella. **Meat Science**, v. 85, p. 568-576, 2010.

WARAHO, T.; MCCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. Mechanisms of lipid oxidation in food dispersions. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, p.3-13, 2011.

WEISS, J.; GIBIS, M.; SCHUH, V.; SALMINEN, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 196-213 2010.

YANG, R.; CHANG, L.; HSU, J.; WENG, C. B. C.; MANUEL C. PALADA, C. M.; CHANDHA, L. M.; LEVASSEUR, V. Nutritional and Functional Properties of Moringa Leaves – From Germplasm, to Plant, to Food, to Health. **American Chemical Society**, p.16-18, 2006.

YUNES, J. F. F.; TERRA, N. N., CAVALHEIRO, C. P.; FRIES, L. L. M.; GODOY, H. T. Perfil de ácidos graxos e teor de colesterol de mortadela elaborada com óleos vegetais. **Ciência Rural**, v.43, n.5, p.924-929, 2013.

ZEID, N. G. A. Effect of Moringa Leaves Powder on the Quality of Frozen Beef Burger. **Journal of Faculty of Tourism and Hotels**, Fayoum University, v.8, n.1, p.14-24, 2014.

ZHENG, W.; WANG, S. Antioxidant activity and phenolic composition in selected herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 11, p. 5165-5170, 2001.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão desta dissertação foram redigidos na forma de artigo científico.

6.1 Artigo Científico

Avaliação e caracterização de mortadela de frango elaborada com farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam.

Evaluation and characterization of poultry mortadella processing with *Moringa oleifera* Lam seed flour.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam. em substituição parcial à gordura na formulação de mortadela de frango sobre a composição química, cor e oxidação lipídica. Foram elaboradas quatro mortadelas: C- controle, T1, T3 e T5 com adição de 1%, 3% e 5% de farinha de semente de moringa. O teor de lipídios foi menor ($p < 0,05$) para a mortadela T5 e maior para a C, inversamente, o teor de fibra alimentar total foi maior ($p < 0,05$) para o T5 e menor para C. A adição de 5% de farinha de moringa proporcionou uma mortadela com textura instrumental mais macia. A adição de 5% de farinha de semente de moringa interferiu nos parâmetros de cor, com aumento nos valores de L^* , a^* , b^* e C^* em relação ao controle. A tonalidade cromática (h^*) para a mortadela T3 manteve-se praticamente constante durante o armazenamento com seus valores variando de 47,7 a 49,7 e o T5 manteve o valor de h^* , 42,8, constante até 40 dias e aumentou para 50,1 ao final do armazenamento. A diferença colorimétrica (ΔE) das mortadelas T3 e T5 foram menores durante o armazenamento. A adição de 3 e 5% de farinha de semente de moringa ocasionou uma inibição da oxidação lipídica em 89% e 89% no tempo 0, 92% e 92% em 40 dias, 94% e 72% em 60 dias e 72% e 45% e em 90 dias, respectivamente. Estes resultados demonstraram que a adição de 3% de farinha de semente de moringa em substituição a gordura, reduziu em 11,6% de lipídio, não apresentou diferença colorimétrica perceptível e resultou em melhor estabilidade oxidativa durante o armazenamento.

Palavras-chave: Fibra, Gordura, Oxidação lipídica, Antioxidante.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the effect of addition of *Moringa oleifera* Lam seed flour to partial replacement of fat in the poultry mortadella on the chemical composition, color and lipid oxidation. Four mortadella were prepared: C- control, T1, T3 and T5 with addition of 1%, 3% and 5% of moringa seed flour. The lipid content was lower ($p < 0.05$) for T5 mortadella and higher ($p < 0.05$) for C mortadella, inversely, the fiber content was higher ($p < 0.05$) for T5 mortadella and lower for C. The addition of 5% of moringa seed flour influenced the colors parameters with increase of L^* , a^* , b^* and C^* values in relation to control. The hue (h^*) of T3 and T5 mortadella remained almost constant during storage, with values ranging from 47.7 to 49.7 and T2 remained 42.8 for 40 days and increased to 50.1 for end of storage. The colorimetric difference (ΔE) of T3 and T5 mortadelas were lowest during

shelf life. The addition of 3 and 5% of moringa seed flour caused a reduction on lipid oxidation of 89% and 89% for 0 day, 92% and 92% for 40 days, 94% and 72% for 60 days, 72% and 45% for 90 days, respectively. The moringa seed presented antioxidant activity indicating potential for application in meat products as a natural and functional ingredient. These results showed that the addition of 3% of moringa seed flour as partial fat replacer reduced 11.6% lipid content, did not presented colorimetric difference noticeable and resulted in higher lipid stability during storage.

Key words: Fiber, Lipid, Lipid oxidation, Antioxidant.

6.1.1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os consumidores têm maior disponibilidade de alimentos e uma melhor qualidade nutricional no que comem quando comparados com os consumidores de duas a três década atrás. Têm também maior poder de escolha, mais informações sobre os produtos e, por terem grande mobilidade, podem conhecer diferentes ingredientes e sabores. Os consumidores exigem menor tempo de preparo, controle das porções, produtos que possam ser estocados para consumo posterior e alimentos que possuam apelo saudável (WEISS et al., 2010).

Assim, o consumo de produtos cárneos processados é função de sua conveniência, variedade, preço e valor nutricional. Os fatores que influenciam a escolha e compra, são: praticidade, benéfico à saúde e a preferência por produtos cárneos com baixo teor de gordura, baixo teor de sódio ou teor reduzido de calorias (SHAND et al., 1990).

A mortadela é um produto cárneo embutido que é muito apreciado no Brasil e apresenta grande aceitação pelos consumidores. O consumo médio *per capita* de mortadela no Brasil é de 0,5 kg.ano⁻¹ (IBGE, 2011). A gordura presente nestes produtos conferem características como aroma, sabor, textura e suculência desejáveis assumindo um importante mercado na indústria de carnes (TRINDADE et al., 2010), no entanto, o excesso de gordura apresenta efeito prejudicial à saúde como obesidade e aumento do risco de doenças cardiovasculares. Portanto, as fibras alimentares têm sido utilizadas em produtos cárneos, não apenas como potencial para substitutos de gordura, mas também devido ao seu impacto na redução do risco de câncer de cólon, obesidade, doenças cardiovasculares e outras doenças (CHANG e CARPENTER, 1997; HUGHES, COFRADES e TROY, 1997; MANSOUR e KHALILL, 1997; EASTWOOD, 1992).

A oxidação lipídica e o crescimento microbiano são as principais causas de deterioração de produtos cárneos devido a sua riqueza na composição como elevada umidade, proteínas, gorduras e outros nutrientes, tornando-os bastante suscetíveis (OLIVO, 2006). A oxidação lipídica pode produzir alterações nos parâmetros de qualidade de carne, tais como cor, sabor, odor, textura e até mesmo valor nutricional (ORDÓÑEZ et al., 2005). A oxidação pode ser minimizada através da remoção dos agentes pró-oxidantes do alimento. Contudo, devido à grande dificuldade em conseguir essa completa remoção, as indústrias usam agentes antioxidantes, com a intenção de evitar ou diminuir a deterioração oxidativa dos alimentos (CHOE e MIN, 2009).

A *Moringa oleifera* Lamarck é uma árvore de médio porte pertencente à família *Moringaceae*, nativa do nordeste indiano, amplamente distribuída na Índia, Egito, Filipinas, Ceilão, Tailândia, Malásia, Burma, Pasquitação, Singapura, Jamaica e Nigéria (RAMACHANDRAN et al., 1980). Quase todas as partes da moringa são ditas como sendo de alto valor nutricional (folhas, frutos verdes, flores e sementes) e medicinal (todas as partes da planta) (MAKKAR e BECKER, 1997). A semente de *Moringa oleifera* por apresentar teores de fibras (7,7%), proteínas (38,3%), lipídios (36,9%) (RUTTARATTANAMONGKOL et al., 2014), e de substâncias com atividade antioxidante e atividade antimicrobiana (SINGH, NEGI e RADHA, 2013), representa uma ótima alternativa como ingrediente funcional para utilização em emulsionados cárneos como a mortadela. O objetivo desse estudo foi desenvolver e avaliar mortadelas de frango elaboradas com inclusão de farinha de sementes de *Moringa oleifera* Lam. em substituição parcial à gordura

6.1.2 MATERIAL E MÉTODOS

6.1.2.1 Caracterização das sementes de *Moringa oleifera* Lam.

As sementes de moringa foram adquiridas de um produtor da cidade de Maringá-PR. Primeiramente as sementes de moringa foram descascadas manualmente e moídas em um moinho modelo IKA[®] A11basic, em seguida foram finamente peneiradas em uma peneira com 20 mesh de diâmetro. Após estes procedimentos a farinha integral de semente de moringa foi submetida às análises de composição química, medidas de pH e atividade de água, capacidade de retenção de água e atividade antioxidante, todas as análises foram realizadas em triplicata.

6.1.2.1.1 Composição química da farinha de semente de moringa

A composição química da farinha de semente de moringa foi realizada segundo a metodologia oficial da Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2000): umidade, pelo método de estufa em 105°C; cinzas, pelo uso de mufla em 550°C; proteínas totais, pelo método de micro-Kjeldahl, utilizando o fator de conversão do nitrogênio de 6,25 e lipídios, pelo método Soxhlet. Fibra alimentar total, solúvel e insolúvel, foram determinadas segundo o método enzimico-gravimétrico, descrito na AOAC (1995).

6.1.2.1.2 Capacidade de retenção de água, pH e atividade de água

A capacidade de retenção de água (CRA) foi realizada em triplicata, conforme descrito por Robertson et al. (2000).

O pH da farinha de semente de moringa foi medido utilizando um potenciômetro digital (Mettler Toledo modelo Five Easy™ FE20). A atividade de água foi medida utilizando o equipamento Aqualab Dew Point 4 tev baseado no ponto de orvalho.

6.1.2.1.3 Atividade antioxidante da farinha de semente de *Moringa oleifera*

Para a determinação de compostos fenólicos e atividades antioxidantes por FRAP e ABTS foram preparados extratos metanólicos conforme a metodologia descrita por Siguemoto (2013). Um grama de amostra foi dissolvida em 25 mL de solução metanol : água 80:20(v.v⁻¹) e submetida a agitação por 1 hora a temperatura ambiente. Posteriormente, a solução foi centrifugada a 1500 x g por 15 minutos a 4°C. O sobrenadante foi coletado e o volume foi completado para 25 mL com solução metanólica 80%.

Para a determinação de compostos fenólicos foi utilizada a metodologia descrita por Kumazawa et al. (2004). Neste procedimento, em uma alíquota de 0,5 mL do extrato da amostra foi adicionado 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteau 0,9 N e 0,5 mL de carbonato de sódio 10% e foi incubado no escuro por 60 minutos a temperatura ambiente. Após este período foi realizada a leitura em espectrofotômetro (Libra S22, Biochrom®) a 760nm. Um branco contendo Folin-Ciocalteau 0,9N, carbonato de sódio 10% e água foi utilizado. Uma curva padrão com ácido gálico (4 a 24 µg.mL⁻¹) foi construída e os resultados expressos em mg equivalentes de ácido gálico (EAG).100 g⁻¹ em base seca.

Para a determinação das atividades antioxidantes pelos métodos FRAP e ABTS foi seguida a metodologia descrita por Sanches-Gonzales, Jimenez-Escrig e Saura-Calixto (2005). As absorbâncias do FRAP e ABTS foram medidas em espectrofotômetro UV-visível (Libra S22, Biochrom®). Para o FRAP usou-se o comprimento de onda de 595 nm, a quantificação foi feita baseada na curva padrão de Trolox (50 a 600 μM) e os resultados foram expressos em μmol de Trolox. g^{-1} de amostra em base seca. O radical ABTS foi preparado 16 horas antes da análise e foi diluído em tampão fosfato 20mM pH 7,4 até apresentar absorbância $0,700 \pm 0,020$ a 730 nm. Uma curva padrão foi construída com solução de Trolox (0,75 a 10 mM) e os resultados expressos em μmol de Trolox. g^{-1} de amostra em base seca

6.1.2.2 Elaboração das mortadelas de frango

A carne de peito de frango e a carne mecanicamente separada (CMS) foram doadas por um frigorífico da região de Londrina-PR. O toucinho foi adquirido no comércio local. Os ingredientes (fécula de mandioca, proteína isolada de soja, condimento, antioxidante, sal de cura e corante) foram doados pela empresa New Max Industrial Ltda.

Foram preparadas quatro formulações diferentes de mortadela de frango com a adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de *Moringa oleifera* em substituição parcial a gordura, conforme descrito na Tabela 4, cada formulação foi processada em duplicata. A concentração máxima de farinha de semente na formulação foi definida através da percepção do paladar sobre o gosto da mortadela, no qual, acima de 5% foi perceptível um gosto amargo.

Tabela 3-Formulações de mortadela de frango com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de Moringa oleifera.

Ingredientes (%)	Tratamentos			
	C	T1	T3	T5
Peito de frango	30	30	30	30
CMS	27,32	27,32	27,32	27,32
Gordura	21	20	18	16
Água/gelo	14	14	14	14
Fécula de mandioca	3	3	3	3
Proteína isolada de soja	2,2	2,2	2,2	2,2
Farinha de semente de moringa	0	1	3	5
Condimento	0,6	0,6	0,6	0,6
Antioxidante	0,15	0,15	0,15	0,15
Sal de cura	0,02	0,02	0,02	0,02
Sal	1,7	1,7	1,7	1,7
Corante	0,015	0,015	0,015	0,015

C= mortadela controle, T1= mortadela com adição de 1% de farinha de semente de moringa e redução de 1% de gordura; T3= mortadela com adição de 3% de farinha de semente de moringa e redução de 3% de gordura; T5= mortadela com adição de 5% de farinha de semente de moringa e redução de 5% de gordura.

Para a elaboração das mortadelas, primeiramente, os peitos de frango resfriados (0°C) foram cortados em pedaços e levados ao *cutter*, marca Sire, juntamente com o gelo em escamas. Ao iniciar a cominuição, foi adicionado a CMS. Após a homogeneização da massa, foi adicionado o restante dos ingredientes: sal e toucinho, nas quantidades de 21% para o controle, 20% para o T1, 18% para o T3 e 16% para o T5, mantendo a cominuição por trinta segundos. Então, foi adicionado sal de cura, proteína isolada de soja, farinha de semente de moringa, apenas para os tratamentos T1, T3 e T5, condimento para mortadela, corante, antioxidante e, por último, a fécula de mandioca. A cominuição foi mantida até que a massa atingisse 7°C, sendo a temperatura controlada por um termopar.

Após a cuterização, uma alíquota da massa foi coletada para determinação da estabilidade da emulsão, o restante foi embutido (mortadelas de ± 500g) em tripa artificial de

poliamida. O cozimento das mortadelas foi realizado em banho-maria Dubnoff de acordo com a seguinte programação: 45°C por 20 minutos; 55°C por 20 minutos; 65°C por 20min, 75°C por 20min e 85°C, até que a temperatura interna da massa atingiu 72°C. As mortadelas foram armazenadas sob-refrigeração a 4°C por 40, 60 e 90 dias.

6.1.2.2.1 Composição Química

A composição química das mortadelas foi avaliada em triplicata. Segundo a metodologia oficial da AOAC (2000).

6.1.2.2.2 Estabilidade de Emulsão, Capacidade de retenção de água, atividade de água e pH

A medida da estabilidade de emulsão (EE) foi determinada conforme o método proposto por Olivo et al. (1996) e os resultados foram expressos em percentagem.

A capacidade de retenção de água (CRA) foi realizada seguindo o método de Troy et al. (1999) e os resultados foram expressos em percentagem.

A Atividade de água foi medida utilizando o equipamento Aqualab e o pH foi medido com auxílio de potenciômetro digital (Mettler Toledo modelo Five EasyTM FE20).

6.1.2.2.3 Análise do Perfil de Textura

O perfil de textura foi realizado no Texturômetro Universal Stable Micro System TA.XT plus com auxílio do probe metálico P035. Os parâmetros utilizados para analisar as propriedades mecânicas das mortadelas foram definidos por Civille e Szczesniak (1973): dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade (mastigabilidade = dureza x coesividade x elasticidade). As amostras foram cortadas em cilindros de 3 cm de diâmetro e 2,2 cm de altura, para cada amostra foram analisados 3 cilindros. Os cilindros foram comprimidos em 50% de deformação, a velocidades de pré-teste, teste e pós-teste foram de 5 mm.s⁻¹, a força *Trigger* foi 0,05N e a força de compressão foi 0,98N.

6.1.2.2.4 Medida de cor

A avaliação objetiva da cor das mortadelas foi feita com colorímetro Minolta® CR 400, com iluminante D65 e ângulo de visão de 10°. Os resultados foram expressos no sistema CIELAB, sendo L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul), os índices de saturação (C*), ângulo de tonalidade (h*). As medidas de cor foram realizadas na parte interna do produto tomando três pontos diferentes de leituras por amostras. A diferença colorimétrica total (ΔE) foi calculada de acordo com a equação:

$\Delta E = [(L^*_{t_0} - L^*_t)^2 + (a^*_{t_0} - a^*_t)^2 + (b^*_{t_0} - b^*_t)^2]^{1/2}$, onde t_0 indica a mortadela armazenada 24 horas após o processamento e t indica o tempo de 40, 60 e 90 dias de armazenamentos das mortadelas.

6.1.2.2.5 Oxidação Lipídica

A oxidação lipídica foi avaliada nas mortadelas processadas após 24 horas e 40, 60 e 90 dias de armazenamento a 4°C pelo método de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) (TARLADGIS et al., 1960) com acréscimo do reagente sulfanilamida 0,5% em HCl 20% (v.v⁻¹). A oxidação lipídica foi expressa em mg de TBARS.kg⁻¹ de amostra.

6.1.2.3 Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados utilizando o programa STATISTICA 7.0 (StatSoft). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e o teste de médias Tukey a 5% de probabilidade foi aplicado para comparação dos resultados entre as diferentes formulações de mortadela.

6.1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1.3.1 Caracterização da farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam.

A composição química, atividade de água, pH, CRA e atividade antioxidante da farinha de semente de moringa estão apresentados na Tabela 4. Observa-se que o maior componente da semente são os lipídios, constituindo 38,63%, valores similares foram obtidos por outros autores, 34,7% para semente de moringa cultivada na Índia

(RAMANCHANDRAN e GOPALAKRISHNAN, 1980), 30,8% para cultivada na Malásia (ABDULKARIM et al., 2005) e 30,59% na Nigéria (MBAH et al., 2012), no entanto valores mais baixos também foram relatados 18,8% (GALLÃO, DAMASCENO e BRITO, 2006) e 22,17% (OLIVEIRA, et al., 2009) para sementes cultivadas no Brasil . Acredita-se que estas variações podem ter ocorrido devido às diferenças na variedade de planta, cultivo, clima, solo, fase de maturação e tempo de colheita.

O segundo maior componente presente na farinha de semente de moringa foram as fibras alimentares 25,59%, sendo 24,32% constituída por fibras insolúveis e 1,27% por fibras solúveis. Não foram encontrados dados na literatura a respeito do teor de fibras alimentares em sementes de moringa. As fibras insolúveis apresentam capacidade de reter água e gordura, assim, torna-se um ingrediente ideal para obter elevado rendimento e redução de custo da formulação (CHANG e CARPENTER, 1997; DESMOND e TROY, 1998; GRIGELMO-MIGUEL et al., 1999; KEETON, 1994; MANSOUR e KHALIL, 1997; TROUTT et al., 1997).

As proteínas constituem 21,87% da amostra de farinha de semente de moringa estudada, valores semelhantes foram relatados por outros autores 25,4% (OLIVEIRA, et al., 2009); 26,71% (MBAH et al., 2012); 38,3% (ABDULKARIM et al., 2005); 38,4% (RAMANCHANDRAN e GOPALAKRISHNAN, 1980). O valor de cinzas da semente foi de 3,02%, estando de acordo com outros autores 2,55% (MBAH et al., 2012), 3,09% (OLIVEIRA et al., 2009) e 3,20% (RAMANCHANDRAN e GOPALAKRISHNAN, 1980).

A farinha de semente de moringa apresentou atividade de água (Aa) de 0,59, os alimentos com teor de atividade de água inferior a 0,6 estão menos favoráveis ao crescimento microbiano (GARCIA, 2004), sendo assim, a semente de moringa mostra-se apropriada para inclusão em produtos cárneos tipo mortadela por não contribuir para o aumento da atividade de água do produto final. Outro parâmetro importante determinado foi o pH da farinha de semente de moringa que foi de 6,2, valor muito semelhante ao pH de carne de frango (6,2 a 6,6) (DRANSFIELD e SOSNICKI, 1999), indicando mais uma vez a sua potencialidade para aplicação em produtos cárneos.

A CRA da farinha de semente de moringa foi de 1,8 g.g⁻¹, sendo relativamente baixa quando comparada com fibras utilizadas em formulações de produtos cárneos. Bortoluzzi (2009) avaliou a CRA de fibras de laranja, trigo e beterraba e encontrou para cada fibra os valores de 6,94 g.g⁻¹, 8,97 g.g⁻¹ e 4,50 g.g⁻¹, respectivamente. Rossel, Santos e Collar (2009) ao analisarem CRA de fibras encontraram 11,05 g.g⁻¹ para inulina, 6,49 g.g⁻¹ para trigo, 6,89 g.g⁻¹ para aveia e 6,12 g.g⁻¹ para fibra de maçã. Provavelmente, o menor valor de CRA

observado na farinha de semente de moringa é devido à baixa quantidade de fibras totais, $25,59 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, em relação à quantidade fibras totais de laranja, $45,59 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, trigo, $97 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, beterraba, $73 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ (BORTOLUZZI, 2009), inulina, $97 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, trigo, $97 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, aveia, $96 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ e maçã, $60 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ (ROSSEL et al. 2009). Isto porque estes autores isolaram as fibras destes diferentes alimentos, enquanto que neste trabalho a proposta foi a utilização da farinha de semente de moringa integral, sem nenhum processo de extração.

Os teores totais de compostos fenólicos encontrados na semente de farinha de moringa foram de $6,09 \text{ mg}$ de ácido gálico equivalente (EAG). g^{-1} de peso seco. Esse valor foi próximo ao encontrado por Hamza (2010), 10 mg EAG.g^{-1} de peso seco e por Nascimento (2013), $8,06 \text{ mg EAG.g}^{-1}$ de peso seco. A atividade antioxidante da farinha de moringa avaliada pelo poder de redução de ferro (FRAP) foi de $8,27 \text{ } \mu\text{mol trolox.g}^{-1}$ de amostra em base seca e pelo método de ABTS foi de $11,91 \text{ } \mu\text{mol trolox.g}^{-1}$ de amostra em base seca. Estes resultados indicam que a semente de moringa apresenta atividade antioxidante e esta atividade é devido a presença de compostos como fitato ($30,6 \text{ mg.g}^{-1}$) (SHARAF et al., 2009), flavonoides ($5,50 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$), terpenos ($20 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$) (IJAROTIMI et al., 2013), carotenoides ($1,98\text{g.mL}^{-1}$) e ácido ascórbico ($110,3 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$) (PASSOS et al., 2012), além dos compostos fenólicos quantificados neste estudo ($6,09 \text{ mg EAG.g}^{-1}$). A constatação da presença de atividade antioxidante da farinha de semente de moringa evidenciou o seu potencial uso como ingrediente alternativo para controlar processos oxidativos em produtos cárneos emulsionados.

Tabela 4-Composição química aproximada, capacidade de retenção de água (CRA), atividade de água (Aa), pH e atividade antioxidante da farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam.

Farinha de semente de moringa	
Umidade (g.100g ⁻¹)	6,92±0,062
Lipídios (g.100g ⁻¹)	38,63±0,699
Proteínas (g.100g ⁻¹)	21,87±0,662
Cinzas (g.100g ⁻¹)	3,02±0,010
Carboidratos totais (g.100 ⁻¹)	3,97
Fibra Alimentar total (g.100g ⁻¹)	25,59
Fibras solúveis (g.100g ⁻¹)	1,27
Fibras insolúveis (g.100g ⁻¹)	24,32
CRA (g H ₂ O absorvida.g ⁻¹ amostra)	1,80±0,025
Aa	0,59 ±0,002
pH	6,20±0,011
Compostos fenólicos totais (mg EAG.g ⁻¹) ^a	6,09±0,035
FRAP (μmol.g ⁻¹) ^b	8,27±1,53
ABTS (μmol.g ⁻¹) ^b	11,91±0,31

^a Os resultados foram expressos como ácido gálico equivalente.g⁻¹ de peso seco.

^b Os resultados foram expressos como μmol de trolox.g⁻¹ de peso seco.

6.1.3.2 Avaliação das mortadelas de frango com a adição de farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam.

Os resultados da composição química das mortadelas (Tabela 5) estão de acordo com os requisitos da Instrução Normativa n°4, do DIPOA (BRASIL, 2000) para mortadelas, obedecendo as seguintes características físico-químicas: umidade máxima de 65%, gordura máxima de 30% e proteína mínima de 12%.

Os valores de umidade, cinzas e proteínas não diferiram significativamente (p>0,05) entre os tratamentos. No entanto, os valores de lipídios diferiram significativamente entre si (p<0,05), sendo que a mortadela controle apresentou maior valor (22,34%), enquanto o T5 apresentou menor valor (18,17%) e as mortadelas T1 e T3 apresentaram valores intermediários (19,79 e 19,70%) não diferindo entre si (p>0,05). As mortadelas adicionadas

de 1 e 3% de farinha de semente de moringa apresentaram redução de 11,6% de teor de lipídios em relação ao controle e a mortadela adicionada de 5% de farinha de semente de moringa apresentou redução de 18,7% em relação ao controle. Isto ocorreu devido à substituição parcial da gordura pela farinha de semente de moringa, mesmo a farinha tendo apresentado 38,6% de lipídios (Tabela 1).

Tabela 5-Composição química aproximada das mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam.

Tratamentos	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Lipídio (%)
C	60,22 ^a (0,55)	2,90 ^a (0,03)	13,43 ^a (0,26)	22,34 ^a (0,44)
T1	60,21 ^a (0,69)	2,89 ^a (0,04)	13,53 ^a (0,10)	19,79 ^b (0,61)
T3	60,57 ^a (0,85)	3,02 ^a (0,13)	13,85 ^a (0,24)	19,70 ^b (0,49)
T5	60,67 ^a (0,19)	2,97 ^a (0,09)	14,03 ^a (0,60)	18,17 ^c (0,24)

C= mortadela controle, T1= mortadela com adição de 1% de farinha de semente de moringa e redução de 1% de gordura; T3= mortadela com adição de 3% de farinha de semente de moringa e redução de 3% de gordura; T5= mortadela com adição de 5% de farinha de semente de moringa e redução de 5% de gordura. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A estabilidade de emulsão (EE) não diferiu ($p>0,05$) entre os tratamentos C, T3 e T5 (Tabela 6), indicando que a substituição parcial da gordura pela farinha de semente de moringa não influenciou na estabilidade. A estabilidade da emulsão está relacionada com a proporção de proteína/gordura e é um indicador de que a gordura e a água foram retidas pelas proteínas da carne (SARIÇOBAN et al., 2008). A estabilidade tende a diminuir quando não há proteínas suficientes para emulsionar a gordura ou para formar uma matriz proteica gelificada capaz de impedir a separação da gordura e demais constituintes (BETANCOURT, 2014, SHIMOKOMAKI et al., 2006). Assim, como os teores de proteínas das mortadelas (Tabela 5) não apresentaram diferenças entre os tratamentos ($p>0,05$), a estabilidade da emulsão também não diferiu.

Sariçoban et al. (2008), ao adicionarem albedo de limão (2,5 a 10%) em um produto cárneo emulsionado, observaram aumento na estabilidade da emulsão quando comparado com o controle. Schmiele et al. (2015) estudaram o efeito da substituição de gordura (0 a 20%) por fibras de celulose amorfa (0 a 1,5%) em um sistema de emulsão cárnea e relataram que a estabilidade da emulsão para os tratamentos que continham 1,3% de fibras e 10% de gordura foram semelhantes ao controle. Ao avaliar a microscopia ótica de mortadela adicionada de fibra de laranja, Bortoluzi (2009) constatou que a fibra de laranja apresentou uma

característica de aprisionamento do glóbulo de gordura e, juntamente com a matriz proteica, pode contribuir para a estabilidade da emulsão.

A capacidade de retenção de água (CRA) não diferiu estatisticamente ($p>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 6). Apesar da farinha de semente de moringa ter maior proporção de fibras insolúveis (24,32%, Tabela 1), não houve alteração na CRA das mortadelas, que é uma importante propriedade tecnológica e influencia diretamente no rendimento de produtos cárneos.

A atividade de água (Aa) das mortadelas variou de 0,972 a 0,977, sendo que a mortadela T5 apresentou menor valor quando comparada com a mortadela C e T1, não diferindo da mortadela T3. A diminuição no valor de Aa do T5 foi provavelmente devido à redução de 5% de gordura na formulação, sendo substituída pela farinha de semente de moringa que apresentou baixo valor de Aa (0,56, Tabela 4).

Os valores de pH das mortadelas variaram de 5,73 a 6,21, o pH das mortadelas dos tratamentos T3 e T5 foram inferiores ($p<0,05$) ao pH das mortadelas C e T1, mas não diferiram entre si ($p>0,05$). Estes resultados foram semelhantes ao encontrado por Sharaf (2009), que observou menores valores de pH em hambúrgueres bovino adicionados com 9 e 12% de farinha de semente de moringa quando comparado com o controle. Apesar do pH dos tratamentos T3 e T5 terem sido relativamente baixos, não foram suficientes para alterar a CRA e EE, que são importantes propriedades tecnológicas na fabricação de produtos cárneos emulsionados.

Tabela 6-Estabilidade da emulsão (EE), capacidade de retenção de água (CRA), atividade de água (Aa) e pH das mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam.

Tratamentos	EE (%)	CRA (%)	Aa	pH
C	99,89 ^a (0,05)	96,51 ^a (0,24)	0,977 ^a (0,0004)	6,21 ^a (0,13)
T1	99,30 ^b (0,14)	96,17 ^a (0,12)	0,976 ^a (0,001)	6,19 ^a (0,12)
T3	99,89 ^a (0,07)	96,24 ^a (0,15)	0,975 ^{ab} (0,002)	5,85 ^b (0,17)
T5	99,80 ^a (0,20)	96,37 ^a (0,29)	0,972 ^b (0,002)	5,73 ^b (0,19)

C= mortadela controle, T1= mortadela com adição de 1% de farinha de semente de moringa e redução de 1% de gordura; T3= mortadela com adição de 3% de farinha de semente de moringa e redução de 3% de gordura; T5= mortadela com adição de 5% de farinha de semente de moringa e redução de 5% de gordura. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A análise de perfil de textura das mortadelas está apresentada na Tabela 7. Observa-se que a dureza e mastigabilidade da mortadela controle foram superiores às das mortadelas dos demais tratamentos. O aumento da adição de farinha de semente de moringa ocasionou uma diminuição nestes parâmetros. Com relação aos parâmetros de elasticidade e coesividade apenas a mortadela T5 foi significativamente menor ($p < 0,05$) que a mortadela controle.

A substituição da gordura por 5% de farinha de moringa resultou em um produto com a textura mais suave. Outros estudos reportaram resultados similares sobre o efeito de substituto de gordura em produtos cárneos. Yang et al. (2007) relataram em seu estudo que ao adicionar farinha de aveia hidratada como substituto de gordura nos níveis de 10, 15 e 25% em salsichas, obtiveram um produto com menor dureza, coesividade e mastigabilidade, não diferindo na elasticidade. Grigelmo-Miguel, Abadías-Serós e Martín-Belloso (1999) ao reduzirem 5% o teor de gorduras em salsichas *Frankfurt* e substituírem por 17% fibras de pêsego, observaram que os parâmetros de textura (dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade) diminuíram. No entanto, outros autores constataram um aumento na dureza de produtos emulsionados com a adição de fibras de diferentes fontes (PIETRASIK e JANS, 2010; VIUDAS-MARTOS et al., 2010; HUANG, TSAI e CHEN, 2011). Nota-se que a relação de adição de fibra e dureza é controversa. De acordo com Grigelmo-Miguel, Abadías-Serós e Martín-Belloso (1999) a fibra poderia interferir nas ligações da rede de gel formada por proteína-proteína e proteína-água justificando a diminuição da dureza, portanto, possivelmente isto ocorreu na mortadela com 5% de adição de farinha de semente de moringa.

Tabela 7-Valores de textura instrumental (dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade) das mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam.

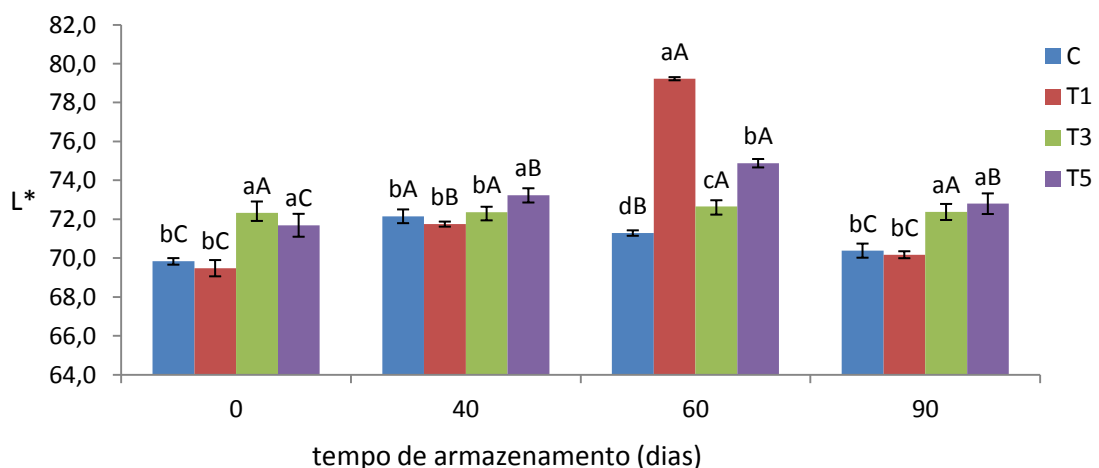
Tratamentos	Dureza (N)	Elasticidade (mm)	Coesividade	Mastigabilidade (N*mm)
C	111,6 ^a (6,62)	0,8258 ^a (0,01)	0,6636 ^a (0,02)	61,22 ^a (4,86)
T1	94,83 ^b (8,17)	0,8001 ^{ab} (0,03)	0,6451 ^{ab} (0,07)	48,96 ^b (7,16)
T3	71,28 ^c (5,28)	0,7988 ^{ab} (0,02)	0,5288 ^{bc} (0,12)	28,85 ^c (5,46)
T5	63,04 ^c (6,49)	0,7908 ^b (0,01)	0,4574 ^c (0,07)	22,80 ^c (4,25)

C= mortadela controle, T1= mortadela com adição de 1% de farinha de semente de moringa e redução de 1% de gordura; T3= mortadela com adição de 3% de farinha de semente de moringa e redução de 3% de gordura; T5= mortadela com adição de 5% de farinha de semente de moringa e redução de 5% de gordura. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A coloração das mortadelas foi avaliada após 24 horas de processamento (tempo 0) e acompanhada durante o tempo de armazenamento (40, 60 e 90 dias a 4°C) (Figura 7). As mortadelas dos tratamentos T3 e T5 apresentaram valores maiores ($p < 0,05$) de L^* que às do tratamento C e T1, que não diferiram entre si ($p > 0,05$), indicando que a adição de farinha de semente de moringa acima de 3% resultou em mortadelas mais claras. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Al-Juhaimi et al. (2016) que também observaram aumento na luminosidade em hambúrguer de carne ao adicionar farinha de semente de moringa nas concentrações de 2, 4 e 6%. Huang et al. (2011) observaram maiores valores de luminosidade em salsichas formuladas com 3,5 e 7% de trigo, aveia e inulina quando comparadas com o controle e Viudas-Martos et al. (2010) ao adicionarem em mortadelas fibra de laranja (1%) com óleo essencial de alecrim (0,02%) e fibras de laranja (1%) com óleo essencial de tomilho (0,02%) obtiveram um produto mais claro em relação ao controle. Provavelmente o aumento da luminosidade está relacionado com a coloração da farinha de semente de moringa.

Houve variação dos valores de L^* das mortadelas durante os tempos de armazenamento para todos os tratamentos com exceção do tratamento T3, em que os valores de luminosidade permaneceram constantes durante o armazenamento.

Figura 7-Avaliação da cor objetiva para o parâmetro Luminosidade (L^*) de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam. durante armazenamento a 4°C.

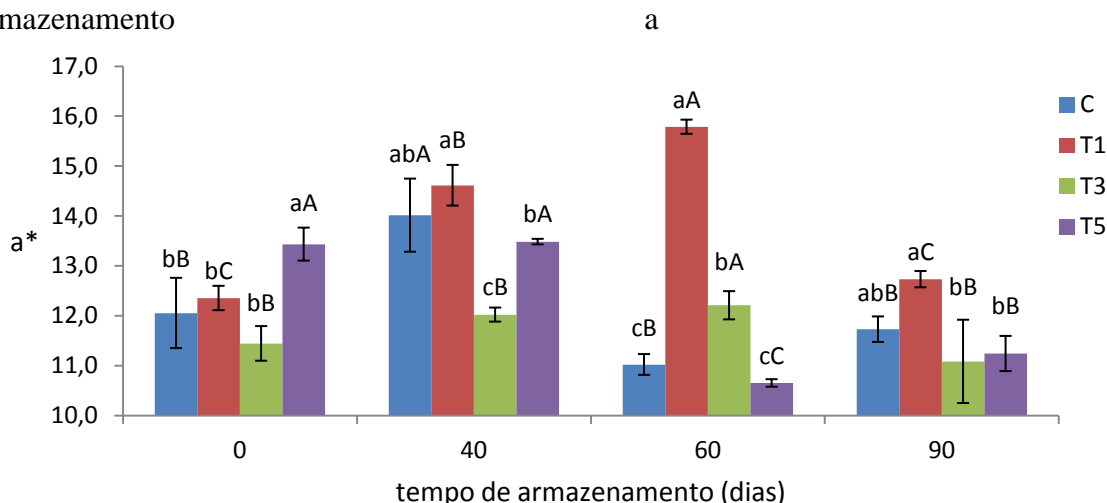


C= mortadela controle, T1= mortadela com adição de 1% de farinha de semente de moringa e redução de 1% de gordura; T3= mortadela com adição de 3% de farinha de semente de moringa e redução de 3% de gordura; T5= mortadela com adição de 5% de farinha de semente de moringa e redução de 5% de gordura.

Médias seguidas de letras maiúsculas e minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, letra minúscula refere-se à comparação entre os tratamentos em cada tempo de armazenamento e letra maiúscula refere-se à comparação entre os tempos de armazenamento para cada tratamento.

Em relação ao parâmetro a^* (Figura 8), após 24 horas de armazenamento (tempo 0), apenas a mortadela do T5 diferiu ($p < 0,05$) dos demais tratamentos, apresentando maior coloração vermelha. Fernández-Giné et al. (2003) ao adicionarem fibras de laranja em mortadelas, observaram aumento no parâmetro de a^* , os autores justificaram que este aumento pode ser devido a presença dos compostos fenólicos que têm propriedades antioxidantes favorecendo a redução da nitrosomioglobina. Nos tempos 40 e 60 dias de armazenamento, a mortadela do T5 não diferiu ($p > 0,05$) de C, mas diferiu ($p < 0,05$) de T1 e T3. Em 90 dias, as mortadelas dos tratamentos T1, T3 e T5 não diferiram ($p < 0,05$) da mortadela C.

Figura 8-Avaliação da cor objetiva para o parâmetro a^* de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam. durante armazenamento a 4°C.



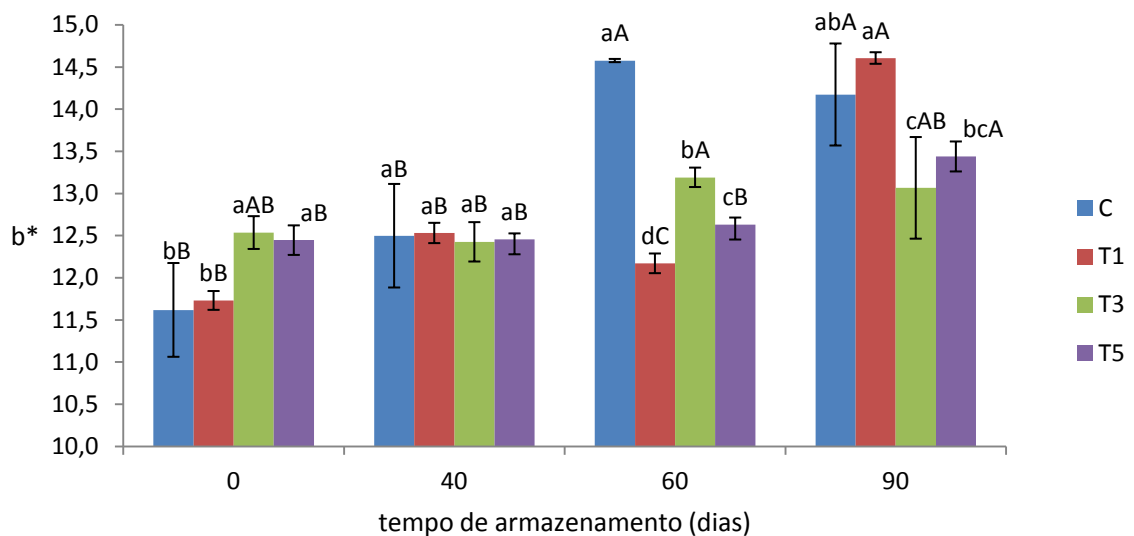
C= mortadela controle, T1= mortadela com adição de 1% de farinha de semente de moringa e redução de 1% de gordura; T3= mortadela com adição de 3% de farinha de semente de moringa e redução de 3% de gordura; T5= mortadela com adição de 5% de farinha de semente de moringa e redução de 5% de gordura.

Médias seguidas de letras maiúsculas e minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, letra minúscula refere-se à comparação entre os tratamentos em cada tempo de armazenamento e letra maiúscula refere-se à comparação entre os tempos de armazenamento para cada tratamento.

Para o parâmetro b^* (Figura 9), após 24 horas de armazenamento (tempo 0), nota-se que inclusão de 3 e 5% de farinha de semente de moringa ocasionou um aumento no valor de b^* ($p < 0,05$) das mortadelas quando comparadas às mortadelas dos tratamentos C e T1, ou seja, as mortadelas apresentaram-se mais amareladas. Este aumento pode ser devido à presença de carotenoides na farinha de semente de moringa. Com 40 dias de armazenamento não foi observado diferença ($p > 0,05$) no valor de b^* entre os tratamentos. Em 60 dias, a mortadela C apresentou maior valor de b^* seguida das mortadelas T3, T5 e T1. Aos 90 dias,

apenas a mortadela do T3 diferiu ($p < 0,05$) do controle e do T1 e não diferiu ($p > 0,05$) de T5. O aumento do valor de b^* durante o armazenamento pode ser devido à oxidação do pigmento nitroso hemocromo formando nitrosometamioglobina. Garcia, Cáceres e Selga (2007) adicionaram fibras de pêssigo, maçã e laranja nas concentrações de 15 e 30% como substituto de gordura (30%) em mortadelas e observaram que o parâmetro b^* aumentou em todos os tratamentos quando comparado com o controle.

Figura 9-Avaliação da cor objetiva para o parâmetro b^* de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam. durante armazenamento a 4°C.

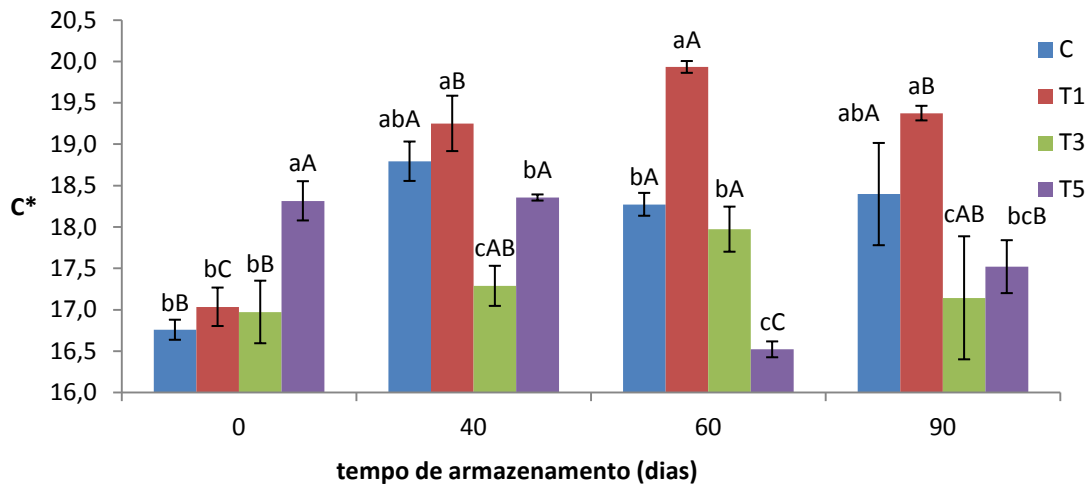


C= mortadela controle, T1= mortadela com adição de 1% de farinha de semente de moringa e redução de 1% de gordura; T3= mortadela com adição de 3% de farinha de semente de moringa e redução de 3% de gordura; T5= mortadela com adição de 5% de farinha de semente de moringa e redução de 5% de gordura.

Médias seguidas de letras maiúsculas e minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, letra minúscula refere-se à comparação entre os tratamentos em cada tempo de armazenamento e letra maiúscula refere-se à comparação entre os tempos de armazenamento para cada tratamento.

O índice de saturação (C^*), que indica a saturação da cor, foi maior para mortadela T5 quando comparada com as mortadelas dos outros tratamentos (Figura 10), assim a inclusão de 5% de farinha de semente de moringa ocasionou uma melhora na intensidade da cor da mortadela. Os valores de C^* variaram durante o tempo de armazenamento para todos os tratamentos.

Figura 10-Avaliação do índice de saturação C* de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam. durante armazenamento a 4°C.

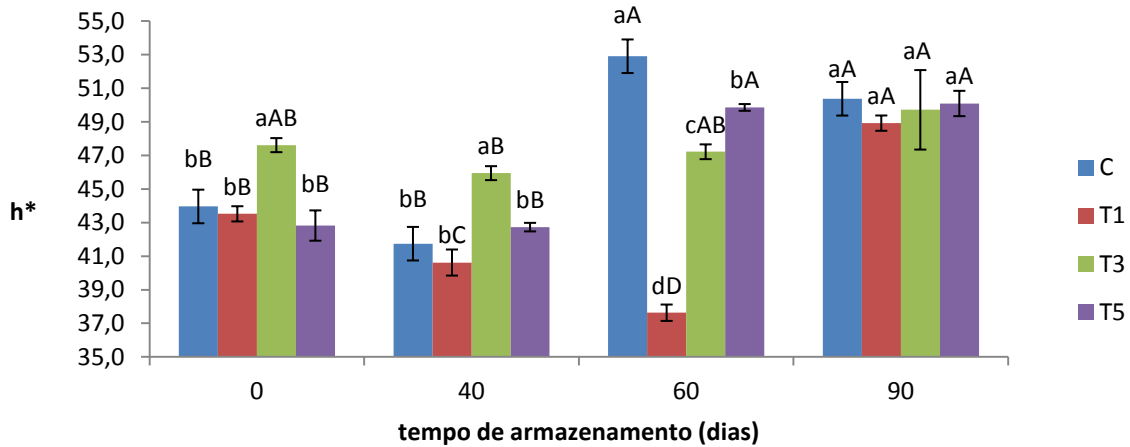


C= mortadela controle, T1= mortadela com adição de 1% de farinha de semente de moringa e redução de 1% de gordura; T3= mortadela com adição de 3% de farinha de semente de moringa e redução de 3% de gordura; T5= mortadela com adição de 5% de farinha de semente de moringa e redução de 5% de gordura.

Médias seguidas de letras maiúsculas e minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, letra minúscula refere-se à comparação entre os tratamentos em cada tempo de armazenamento e letra maiúscula refere-se à comparação entre os tempos de armazenamento para cada tratamento.

O ângulo hue ou tonalidade cromática (h^*), Figura 11, foi maior para mortadela do tratamento T3 comparada com as mortadelas C, T1 e T5 que não apresentaram diferenças ($p > 0,05$) entre si. Em 60 dias o maior valor observado foi para mortadela C e o menor valor foi para T1, ao final dos 90 dias não houve diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Durante o tempo de armazenamento, o controle apresentou maior valor da tonalidade em 60 dias e se manteve até 90 dias. O valor de tonalidade de T1 decresceu até 60 dias e aumentou 23% da sua tonalidade em 90 dias, já o T3 manteve-se constante até o final de 90 dias. E o T5 aumentou em 60 dias e não alterou em 90 dias. De acordo com Mercier et al. (1998), o aumento da tonalidade durante o armazenamento de produtos cárneos pode indicar reações de oxidação com o decorrer do tempo.

Figura 11-Avaliação do ângulo tonalidade h^* de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam. durante armazenamento a 4°C.

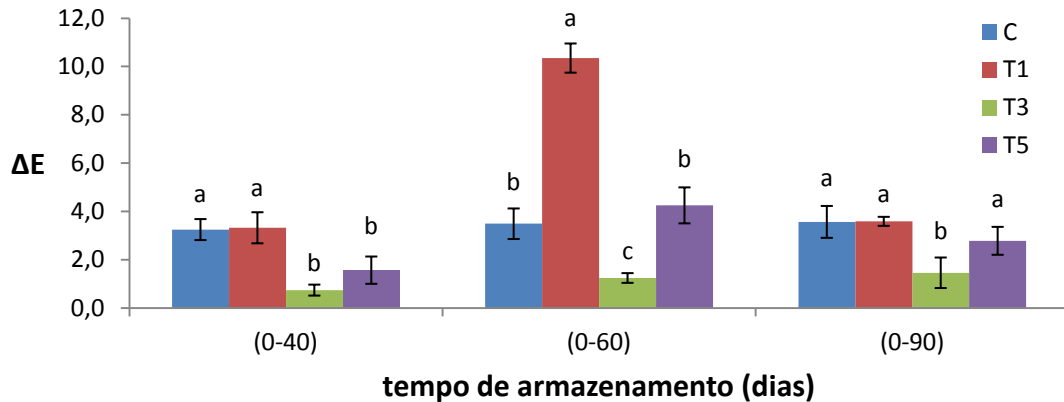


C= mortadela controle, T1= mortadela com adição de 1% de farinha de semente de moringa e redução de 1% de gordura; T3= mortadela com adição de 3% de farinha de semente de moringa e redução de 3% de gordura; T5= mortadela com adição de 5% de farinha de semente de moringa e redução de 5% de gordura.

Médias seguidas de letras maiúsculas e minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, letra minúscula refere-se à comparação entre os tratamentos em cada tempo de armazenamento e letra maiúscula refere-se à comparação entre os tempos de armazenamento para cada tratamento.

A diferença colorimétrica total (ΔE) das mortadelas entre o tempo 0, após 24 horas de processamento, e os tempos de armazenamento, 40, 60 e 90 dias, está apresentada na Figura 12. A diferença total de cor durante 40 dias de armazenamento dos tratamentos T3 e T5 foi menor ($p < 0,05$) em relação ao T1 e o controle. Durante 60 dias, T3 apresentou a menor diferença de cor e o T1 maior diferença de cor e com 90 dias não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos C, T1 e T5, no entanto estes tratamentos apresentaram valores superiores ao de T3. A diferença colorimétrica total (ΔE) é considerada perceptível ao olho humano quando for superior a 2 (MOAREFIAN, BARZEGAR e SATTARI, 2011). Com base nisto, os tratamentos C e T1 apresentaram diferença de cor perceptível durante os três tempos de armazenamento, T5 não apresentou diferença de cor perceptível até 40 dias de armazenamento e o T3 não apresentou diferença de cor perceptível durante todos os tempos de armazenamento, indicando que a adição de 3% de farinha de semente de moringa ajudou a inibir mudanças de cor durante o armazenamento do produto.

Figura 12-Diferença colorimétrica total (ΔE) de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam. após o processamento e armazenamento a 4°C por 40, 60 e 90 dias.



C= mortadela controle, T1= mortadela com adição de 1% de farinha de semente de moringa e redução de 1% de gordura; T3= mortadela com adição de 3% de farinha de semente de moringa e redução de 3% de gordura; T5= mortadela com adição de 5% de farinha de semente de moringa e redução de 5% de gordura.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna não diferem si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A Figura 13 mostra o efeito da adição de farinha de semente de moringa em mortadelas de frango sobre a oxidação lipídica durante o armazenamento. Após 24 horas de armazenamento (tempo 0), as mortadelas dos tratamentos T3 e T5 apresentaram menores valores de oxidação ($p < 0,05$) em relação às mortadelas controle e T1. Após 40 dias de armazenamento, os valores mais baixos de oxidação foram observados para as mortadelas do T3 (0,160 mg TBARS.kg⁻¹ amostra) e do T5 (0,184mg TBARS.kg⁻¹ amostra), que não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre si, o valor mais alto de oxidação foi da mortadela controle (2,542 mg TBARS.kg⁻¹ amostra).

Em 60 dias, a mortadela do tratamento T3 apresentou menor valor de oxidação lipídica ($p < 0,05$) quando comparado com os outros tratamentos. O segundo menor valor de oxidação foi observado para o T5, enquanto que o C e T1 apresentaram maiores valores, não diferindo ($p > 0,05$) entre si.

E ao final do tempo de armazenamento (90 dias), o comportamento foi semelhante aos 60 dias, com menor valor de oxidação ($p < 0,05$) para T3 e maiores valores para C, os tratamentos T1 e T5 apresentaram valores intermediários.

Em relação ao período de armazenamento para cada tratamento, observou-se que o controle, durante 40 dias de armazenamento, apresentou mais oxidado com aumento de 64% dos valores de TBARS em relação ao tempo 0, após esse período os valores de TBARS se

mantiveram constantes até 90 dias. Para a mortadela T1, os valores de TBARS foram crescentes até 60 dias e ao final de 90 dias, os valores de TBARS diminuíram em 31%. Esta diminuição observada pode estar relacionada à degradação do malonaldeído em ácidos orgânicos ou alcoóis, que não reagem com o ácido tiobarbitúrico, levando a diminuição dos valores de TBARS (LIU et al., 2009). A mortadela T3, após 24 horas de armazenamento, a oxidação lipídica se manteve constante até 60 dias e ao final de 90 dias, houve um aumento da oxidação. E para a mortadela T5, a oxidação lipídica foi constante até 40 dias e até o final do armazenamento a oxidação foi crescente.

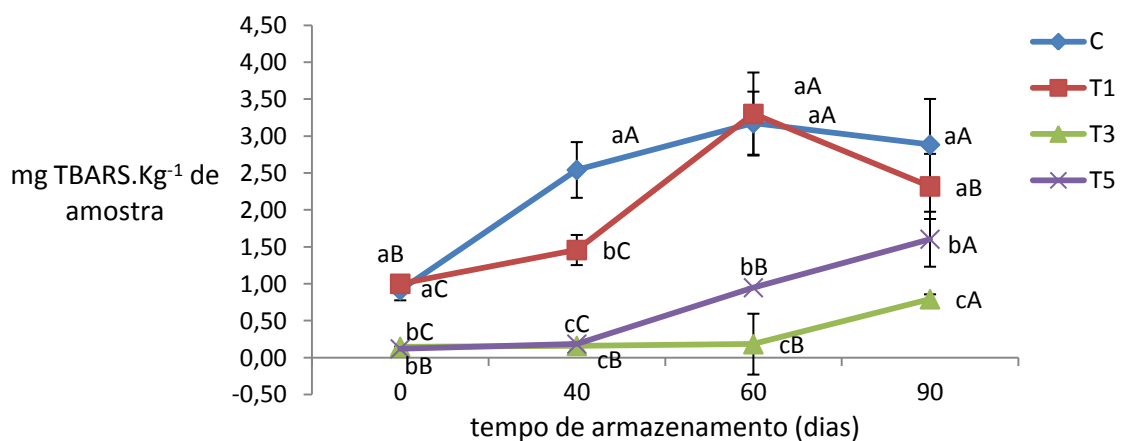
Jayawardana et al., (2015) avaliaram a oxidação lipídica de salsichas de frango adicionadas de folha de moringa nos teores de 0,25, 0,50, 0,75 e 1 % e observaram que a adição de 1% de folha de moringa apresentou melhor resultado, inibindo em 41% da oxidação lipídica, comparando com o controle, com 35 dias de armazenamento. Viudas-Martos et al., (2010) ao adicionarem fibras de laranja (1%) combinado com de óleos essenciais de tomilho e alecrim (0,02%) em mortadelas, estudaram a oxidação lipídica durante 24 dias de armazenamento, para o tratamento combinado de fibra de laranja com óleo essencial de tomilho a inibição da oxidação lipídica foi de 9%, enquanto para o combinado de fibra de laranja com óleo essencial de alecrim a inibição da oxidação foi de 11%. Fernández-Ginés et al., (2003) também avaliaram a adição de fibras de laranja nas concentrações 0,5, 1, 1,5 e 2% em mortadela *Bologna* sobre a oxidação lipídica durante 28 dias de armazenamento, o tratamento com 2% de fibras apresentou maior inibição, 30%, da oxidação lipídica em relação aos outros tratamentos.

Em relação à semente de moringa sobre a inibição da oxidação lipídica na mortadela de frango, observou-se que após 24 horas de armazenamento (tempo 0) a inclusão de 3 e 5% inibiram 88,9% a oxidação e a adição de 1% não promoveu inibição. No tempo de 40 dias o tratamento T1 inibiu 40% e os tratamentos T3 e T5 inibiram 92% a oxidação lipídica em relação ao controle, respectivamente. Aos 60 dias de armazenamento, a inibição foi de 93,7% e 71,8% para os tratamentos T3 e T5, respectivamente. Ao final do tempo de armazenamento, a inclusão de 3 e 5% de farinha de semente de moringa inibiu em 72,4% e 44,8% a oxidação lipídica em relação ao controle, respectivamente.

Os resultados indicaram que a adição de 3 e 5% de farinha de semente de moringa nas mortadelas de frango contribuiu com a redução da oxidação lipídica. Essa redução da oxidação lipídica é devido aos compostos antioxidantes presentes na semente como o fitato (SHARAF et al., 2009), flavonoides, terpenos (IJAROTIMI et al., 2013), carotenoides (PASSOS et al., 2012) e compostos fenólicos que foram confirmados nesse estudo. Os fitatos inibem a oxidação

lipídica acelerando a auto-oxidação de íons ferrosos para íons férricos formando quelatos férricos e inativando-os cataliticamente (QUINRRENBACH et al., 2009). Os compostos fenólicos e terpenos agem como antioxidantes primários atuando na remoção ou inativação dos radicais livres formados durante a iniciação ou propagação da reação, através da doação de átomos de hidrogênio (RAMALHO e JORGE, 2006; PODSEDEK, 2007). Dado que, a semente de moringa apresentou um poder redutor que foi estabelecido pela análise de FRAP e ABTS. Este resultado corrobora com estudos que demonstraram atividade antioxidante de extrato de semente de *Moringa oleifera* (HAMZA, 2010; NASCIMENTO et al., 2013; SINGH, NEGI & RADHA, 2013)

Figura 13-Avaliação da oxidação lipídica (em mg de TBARS. kg⁻¹ de amostra) de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0, 1, 3 e 5% de farinha de semente de *Moringa oleifera* Lam. durante armazenamento a 4°C.



C= mortadela controle, T1= mortadela com adição de 1% de farinha de semente de moringa e redução de 1% de gordura; T3= mortadela com adição de 3% de farinha de semente de moringa e redução de 3% de gordura; T5= mortadela com adição de 5% de farinha de semente de moringa e redução de 5% de gordura.

Médias seguidas de letras maiúsculas e minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, letra minúscula refere-se à comparação entre os tratamentos em cada tempo de armazenamento e letra maiúscula refere-se à comparação entre os tempos de armazenamento para cada tratamento.

6.1.4 CONCLUSÃO

A semente de moringa apresentou atividade antioxidante, sendo uma alternativa como ingrediente funcional e natural para aplicação em produtos cárneos. A formulação com adição de 3% de farinha de semente de moringa resultou em uma mortadela com redução de 11,6% em lipídio, melhor estabilidade oxidativa durante 90 dias de armazenamento e não apresentou diferença colorimétrica perceptível em todos os tempos de armazenamento.

6.1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULKARIM, S. M.; LONG, K.; LAI, O. M.; MUHAMMAD, S. K. S.; GHAZALI, H. M. Some physico-chemical properties of Moringa oleifera seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. **Food Chemistry**, v.93, p. 253–263, 2005.

AL-JUHAIMI, F.; GHAFOOR, K.; HAWASHIN, M. D.; ALSAWMAHI, O. N.; BABIKER, E. E. Effects of different levels of Moringa (Moringa oleifera) seed flour on quality attributes of beef burgers. **CyTA - Journal of Food**, v.14, n.1, p.1-9, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos IX - Lista de alegações de propriedade funcional aprovada julho 2008 disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm>. Acesso em: 30 de Julho de 2014.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16th ed. Arlington: AOAC International, 1995. v. 2, p. 474.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2000, p. 1170.

BETANCOURT, A. S. S. Características físicas e reológicas de mortadelas formuladas pela substituição parcial de gordura por carne ou por misturas de fibras solúveis e insolúveis. 2014. Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologia dos Alimentos. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BORTOLUZZI, R. C. Aplicação de fibra obtida da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango. 2009. Tese de Doutorado em Ciências dos Alimentos. Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, SP.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 27**. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta Portaria. Diário Oficial da União, Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000**. Aprovam Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, Mortadela, Linguiça e Salsicha, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. Brasília, 2000. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7778>>. Acesso em: 18 de junho de 2014.

CHANG, H. C.; CARPENTER, J. A. Optimizing quality of frankfurters containing oat bran and added water. **Journal Food Science**, v.62, n. 1, p. 194-202, 1997.

CHOE, E.; MIN, D.B. Mechanisms of Antioxidants in the Oxidation of Foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.8, p.345-358, 2009.

CIVILLE, G. V.; SZCZESNIAK, L. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, v.4, p.204-223, 1973.

COSTA R. P.; SILVA C. C.; MAGNONI C. D. Importância das fibras nas doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira Nutrição Clínica**, v.12, n.4, p.151-4, 1997.

DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A. A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, v.78, p.743–746, 1999.

EASTWOOD, M. A. The physiological effect of dietary fiber: An update. **Annual Review of Nutrition**, v.12, 19–35, 1992

FERNÁNDEZ-GINÉ, J. M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; SENDRA, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Effect of Storage Conditions on Quality Characteristics of Bologna Sausages Made with Citrus Fiber. **Sensory and Nutritive Qualities of Food**, v.68, n.2, p. 7120-715, 2003.

GALLÃO, M. I.; DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.106-109, 2006.

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

GRIGELMO-MIGUEL, N.; ABADÍAS-SERÓS, M. A.; MARTÍN-BELLOSO, O. Characterisation of low-fat high-dietary fibre frankfurters. **Meat Science**, v.52 p. 247-256, 1999.

HAMZA, A. A. Ameliorative effects of Moringa oleifera Lam seed extract on liver fibrosis in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, p. 345-355, 2010.

HUANG, S. C.; TSAI, Y. F.; CHEN, C. M. Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of chinese-style sausages. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v, 24, n.6, p.875-880, 2011.

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

IBGE. Pesquisa de orçamentos familiares. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_analise_consumo/pofanalise_2008_2009.pdf>. Acesso em: 27 de Julho de 2014.

IJAROTIMI, O. S.; ADEOTI, O. A.; ARIYO, O. Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 117, p.106–113, 2009.

JAYAWARDANA, B. C.; LIYANAGE, R.; LALANTHA, N.; IDDAMALGODA, S.; WETHTHASINGHE, P. Antioxidant and antimicrobial activity of drumstick (Moringa oleifera) leaves in herbal chicken sausages. **Food Science and Technology**, v.64, p.1204-1208, 2015.

- KUMAZAWA, S.; HAMASAKA, T.; NAKAUAMA, T. Antioxidant activity of Propolis of various geographic origins. **Food Chemistry**, v. 64, p. 329-339, 2004.
- LIU, D. C.; TSAU, R. T.; LIN, Y. C.; JAN, S. S.; TAN, F. J. Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v.117, p.106–113, 2009.
- MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. **Journal of Agricultural Science**, v.128, p.311–322, 1997.
- MANSOUR, E. H.; KHALILL, A. H. Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibers. **Food Research International**, v.30, n.314, p. 199-205, 1997.
- MBAH, B. O.; EME, P. E.; OGBUSU, O. F. Effect of cooking methods (Boiling and Roasting) on nutrients an ati-nutrients content of *Moringa oleifera* seeds. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 11, n. 3, p. 211-215, 2012.
- MERCIER, Y.; GATELLIER, P.; VIAU, M.; REMIGNON, H.; RENERREA, M. Effect of Dietary Fat and Vitamin E on Colour Stability and on Lipid and Protein Oxidation in Turkey Meat During Storage. **Meat Science**, v.48, n.3/4, p.301-318, 1998.
- MOAREFIAN, M.; BARZEGAR, M.; SATTARI, M. 2013 *Cinnamomum zeylanicum* essential oil as a natural antioxidant and antibacterial in cooked sausage. **Journal of Food Biochemistry**, p. 1745-4514, 2011.
- NASCIMENTO, J. A.; ARAÚJO, K. L. G. V.; EPAMINONDAS, P. S.; SOUZA, A. S.; MAGNANI, M.; SOUZA, A. L.; SOLEDADE, L. E. B.; QUEIROZ, N.; SOUZA, A. G. Ethanolic extracts of *Moringa oleifera* Lam. Evaluation of its potential as an antioxidant additive for fish oil. **Journal of Thermal Analalys and Calorimetry**, v. 114, n. 2, p.833–838, 2013.
- OLIVEIRA, I. C.; TEIXEIRA, E. M. B.; GONÇALVES, C. A. A.; PEREIRA, L.A. **Avaliação centesimal da semente de *Moringa oleifera* Lam.** II Seminário Iniciação Científica – IFTM, Campus Uberaba, MG. 20 de outubro de 2009.
- OLIVO, R.; BETANHO, C.; DAGLI, M. L. Z.; SHIMOKOMAKI, M. Como as fibras de colágeno estabilizam uma emulsão cárnea. **Revista Nacional de Carnes**, n. 230, p.20-24, 1996.
- OLIVO, R. Alterações oxidativas em produtos cárneos. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. **Atualidades em Ciências e Tecnologia dos Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela. 2006, p. 155-163.
- ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnología de Alimentos: alimentos de origem animal**. v.2. Porto Alegre: Artmed, 2005, p.190-196.

PASSOS, R. M.; SANTOS, D. M. C.; SANTOS, B. S.; SOUZA, D. C. L.; SANTOS, J. A. B.; SANTOS, A. B.; SILVA, G. F. Qualidade pós-colheita da moringa (*Moringa oleifera* Lam.) utilizada na forma in natura e seca. **Revista GEINTEC**, v.3, n. 1, p.113-120, 2012.

PIETRASIK, Z.; JANZ, J. A. M. Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat Bologna. **Food Research International**, v.43, p.602–608, 2010.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. **LWT- Food Science and Technology**, v.40, p.1–11, 2007.

QUIRRENBACH, H. R.; KANUMFRE, F.; ROSSO, N. D.; CARVALHO FILHO, M. A. Comportamento do ácido fítico na presença de Fe(II) e Fe(III). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.1, p.24-32, 2009.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RAMANCHANDRAN, C.; PETER, K. V.; GOPALAKRISHNAN, P. K. Drumstick (*Moringa oleifera*): A Multipurpose Indian Vegetable. **Economic Botany**, v. 34, n.3, p.276-83, 1980.

ROBERTSON, J. A.; MONREDON, F. D.; DYSSSELER, P.; GUILLON, F.; Renato AMADO, R.; THIBAUT. J. F. Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: A European collaborative study. **Food Science & Technology**, v. 33, p.72-79, 2000.

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

RUTTARATTANAMONGKOL, K.; SIEBENHANDL-EHN, S.; SCHREINER, M.; PETRASCH, A. M. Pilot-scale supercritical carbon dioxide extraction, physico-chemical properties and profile characterization of *Moringa oleifera* seed oil in comparison with conventional extraction methods. **Industrial Crops and Products**, v. 58, p.68–77, 2014.

SANCHES-GONZALES, I.; JIMENEZ-ESCRIG, A.; SAURA-CALIXTO, F. In vitro antioxidant activity of coffes brewed using different procedures (italian, espresso and filter). **Food Chemistry**, v.90, p. 133-139, 2005.

SARIÇOBAN, C.; OZALP, B.; YILMAZ, M. T.; OZEN, G.; KARAKAYA, M.; AKBULUT, M. Characteristics of meat emulsion systems as influenced by different levels of lemon albedo. **Meat Science**, v.80, p.599–606, 2008.

SCHMIELE, M.; MASCARENHAS, M. C. C. N.; BARRETTO, A. C. S.; POLLONIO, M. A. R. Dietary fiber as fat substitute in emulsified and cooked meat model System. **LWT - Food Science and Technology**, v.6, p.105-111, 2015.

SHAND, J. S.; SCHMIDT, G. R.; MANDIGO, R. W.; CLAUS, J. R. New technology for low-fat meat products. **Reciprocal Meat Conference Proceedings**, v.43, p.37-52, 1990.

SHARAF, A. M.; EBRAHIUM, M.E.; AMMAR, M.S.; ABD EL-GHANY, M.E. Influence of Using Moringa Meal Flour as Meat Extender on Quality Characteristics of Beef Burger Patties During Frozen Storage. **World Journal of Dairy & Food Sciences**, v.4, n.1, p.32-40, 2009.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. Atualidades e, Ciências e Tecnologia de Carnes. São Paulo: Livraria Varela, 2006, p.127.

SIGUEMOTO, E. S. **Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (*Byrsonima crassifolia*) e da moringa (*Moringa oleifera*)**. 2013. Dissertação de Mestrado em Nutrição e Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

SINGH, G. S. R.; NEGI, S. P.; RADHA, C. Phenolic composition, antioxidant and antimicrobial activities of free and bound phenolic extracts of Moringa oleifera seed flour. **Journal of Funtional Foods**, v.5, p.188 –1891, 2013.

TARLADGIS, B.G.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Champain, v.37, p.44-48, 1960.

TRINDADE, M. A.; THOMAZINE, M.; OLIVEIRA, J. M.; BALIEIRO, J. C. C.; FAVARO-TRINDADE, C. S. Estabilidade oxidativa, microbiológica e sensorial de mortadela contendo óleo de soja, armazenada a 0 °C durante 60 dias. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.13, n.3, p.165-173, 2010.

TROY, D. J.; DESMOND, E.M.; BUCKLEY, D. J. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.79, p.507-516, 1999.

VIUDAS-MARTOS, M.; RUIZ-NAVAJAS, Y.; FERNANDEZ-LOPEZ, J.; PEREZ-ALVAREZ, J. A. Effect of added citrus fibre and spice essential oils on quality characteristics and shelf-life of mortadella. **Meat Science**, v.85, p. 568–576, 2010.

WEISS, J.; GIBIS, M.; SCHUH, V.; SALMINEN, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 196-213 2010.

YANG, R.; CHANG, L.; HSU, J.; WENG, C. B. C.; MANUEL C. PALADA, C. M.; CHANDHA, L. M.; LEVASSEUR, V. Nutritional and Functional Properties of Moringa Leaves – From Germplasm, to Plant, to Food, to Health. **American Chemical Society**, p.16-18, 2006.

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