

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JULIA MAYUMI NISHIYAMA MIMURA

**APLICAÇÃO DE GELATINA OBTIDA A PARTIR  
DA PELE DE TILÁPIA-DO-NILO EM MORTADELA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2016

JULIA MAYUMI NISHIYAMA MIMURA

**APLICAÇÃO DE GELATINA OBTIDA A PARTIR  
DA PELE DE TILÁPIA-DO-NILO EM MORTADELA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Campo Mourão, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Aparecida Droval

Coorientadora: Profa. Dra. Renata Hernandez Barros Fuchs

CAMPO MOURÃO  
2016



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Campo Mourão

Departamento Acadêmico de Alimentos  
Engenharia de Alimentos



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

APLICAÇÃO DE GELATINA OBTIDA A PARTIR DE PELE DE TILÁPIA-DO-NILO  
EM MORTADELA

por

JULIA MAYUMI NISHIYAMA MIMURA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado dia 21 de novembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. Após deliberações, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriana A. Droval

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata H. B. Fuchs

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Flávia A. R. Cardoso

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Camila O. Martinez

---

**Nota:** O documento original e assinado pela banca examinadora encontra-se no Departamento de Engenharia de Alimentos da UTFPR Câmpus Campo Mourão.

## AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço à minha mãe, Helena, por não ter medido esforços na minha criação e por ter me transmitido as melhores noções de caráter, educação e responsabilidade. Por ter me ensinado a ter força e a superar as dificuldades nos nossos caminhos.

À minha irmã, Luiza, por estar sempre presente nos momentos mais difíceis, pelo ombro amigo e pela excelente orientação na minha vida inteira.

Ao meu pai, Mauro, e aos meus avós, Kikuro e Masashi, pelo amor e pelo cuidado incondicional.

Ao senhor Carlos Belini, proprietário do Pesqueiro Belini, pelo apoio, incentivo e doação da matéria-prima utilizada no desenvolvimento do trabalho.

Às queridas orientadoras, Adriana e Renata, pela excelente orientação, auxílio e compreensão durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos técnicos do laboratório C004, em especial à Drieli, pelo auxílio nas análises e pela paciência em ensinar.

Aos professores Fernanda Leimann e Evandro Bona pela disposição e auxílio nas análises do trabalho.

A todos meus familiares e amigos não menos importantes que, embora não tenham sido mencionados individualmente, são muito importantes e tem minha gratidão.

## RESUMO

MIMURA, Julia Mayumi Nishiyama. **Aplicação de gelatina obtida a partir da pele de Tilápia-do-Nilo em mortadela**. 2016. 54 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

A maioria das gelatinas comerciais são produzidas de matéria-prima proveniente de mamíferos e, devido a restrições religiosas e doenças como a febre aftosa, a busca por produtos que utilizam matérias-primas alternativas aumentou. A Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie mais produzida no Brasil e têm destaque na aquicultura, com sua pele representando 4,5 a 10% do seu peso corporal, o que a torna uma ótima fonte para a produção de gelatina, além de melhorar o aproveitamento de resíduos gerados na sua cadeia produtiva. A gelatina é obtida a partir da hidrólise do colágeno e é utilizada, na indústria alimentícia, como ingrediente para aumentar a elasticidade, consistência e estabilidade física dos alimentos. Como os consumidores vêm buscando alimentos industrializados de fácil preparo e, ao mesmo tempo, alimentos mais saudáveis, a indústria vem acompanhando o desafio de se adaptar às necessidades do consumidor. Neste estudo foi obtida gelatina a partir de pele de Tilápia-do-Nilo e avaliados seu rendimento e composição centesimal; e testadas formulações com substituição total ou parcial de toucinho por gelatina de pele de Tilápia-do-Nilo em mortadela, que é um produto cárneo emulsionado popular e muito consumido, analisando suas características físico-químicas e sensoriais. A gelatina obtida apresentou rendimento razoável (6,2%), conteúdo proteico alto (85,6%), percentual de umidade de 7,25%, teor de lipídeos de 4,18% e teor de cinzas de 2,1%, todos coerentes se comparados a outros estudos. Desta forma, foi possível concluir que a extração de gelatina a partir da pele de tilápia é uma boa alternativa à gelatina comum. Não houve diferença significativa nas análises físico-químicas, entre os atributos pH, cor objetiva ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), perda de peso por cozimento e estabilidade. Houve diferença significativa apenas nos atributos lipídeos e dureza, onde a elevação do teor de gordura provocou diminuição nos valores de dureza, se comparado com os valores para as formulações com gelatina. De acordo com a legislação, podemos classificar as formulações 1 e 4 (100% toucinho) e 3 e 6 (50% toucinho e 50% gelatina) como de “reduzidos de gordura”, e as formulações 2 e 5 (100% gelatina) como “baixos em gordura”. Os resultados sensoriais e o índice de aceitabilidade demonstraram que a redução de gordura nas formulações de mortadela resultou em um produto viável sensorialmente e tecnologicamente, permitindo uma redução na concentração de gordura do produto em relação ao produto convencional.

**Palavras chave:** Gelatina. Pele de Tilápia. Mortadela. Redução de gordura.

## ABSTRACT

MIMURA, Julia Mayumi Nishiyama. **Application of gelatin obtained from Tilapia Nile skin in mortadella**. 2016. 54 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

Most commercial gelatins are produced from raw materials from mammals and due to religious restrictions and diseases such as foot and mouth disease, the search for products that use alternative raw materials increased. The Tilapia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) is the most widely species produced in Brazil and have featured in aquaculture, with her skin representing 4.5 to 10% of their body weight, which makes it a great source for the production of gelatine and improve the utilization of waste created in the production chain. Gelatine is obtained from collagen hydrolysis and is used in the food industry as an ingredient to increase the elasticity, firmness and physical stability. As consumers seek processed foods easy to prepare and at the same time healthier foods, the industry has the challenge of following and adapting to consumer needs. In this study was extracted tilapia skin gelatin and evaluated their performance and chemical composition; tested formulations with full or partial replacement of fat by tilapia skin gelatin in mortadella, which is a popular and widely consumed emulsified meat product, analyzed their Physical-chemical and sensory characteristics. The gelatin showed reasonable yield (6.2%), high protein content (85.6%), moisture percentage of 7.25%, 4.18% lipid content and 2.1% ash content, all consistent compared to other studies. Thus, it was concluded that the extraction of gelatin from tilapia skin is a good alternative to common gelatin. There was no significant difference in the physical and chemical analysis between pH attributes, objective color ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ), cooking loss and stability. There was a significant difference only in lipids and hardness attributes. The elevation of fat caused decrease in hardness values, if compared to the values for formulations with gelatin. According to the law, we can classify the formulations 1, 4 (100% fat), 3 and 6 (50% fat and 50% gelatin) as "reduced fat", and formulations 2 and 5 (100% gelatin) as "low fat". Sensory and acceptability results demonstrated that reduction of fat in mortadella formulations resulted in a sensory and technology viable product, allowing reduction in the fat content of the product compared to the conventional product.

**Palavras chave:** Gelatin. Tilapia skin. Mortadella. Fat reduction.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVO</b> .....	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
3.1 AQUICULTURA E SUBPRODUTOS .....	14
3.2 GELATINA.....	16
3.3 EMULSÕES CÁRNEAS .....	18
3.4 MORTADELA .....	19
3.5 ALIMENTOS SAUDÁVEIS .....	20
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
4.1 MATÉRIA-PRIMA.....	22
4.2 OBTENÇÃO DA GELATINA.....	22
4.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA GELATINA .....	23
<b>4.3.1 Rendimento</b> .....	<b>23</b>
<b>4.3.2 Umidade</b> .....	<b>23</b>
<b>4.3.3 Cinzas</b> .....	<b>24</b>
<b>4.3.4 Proteínas</b> .....	<b>24</b>
<b>4.3.5 Lipídeos</b> .....	<b>25</b>
4.4 PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO .....	25
4.5 ELABORAÇÃO DAS MORTADELAS.....	26
4.6 DETERMINAÇÃO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	27
<b>4.6.1 pH</b> .....	<b>27</b>
<b>4.6.2 Cor Objetiva</b> .....	<b>28</b>
<b>4.6.3 Perda de Peso por Cozimento (PPC)</b> .....	<b>28</b>
<b>4.6.4 Perfil de Textura</b> .....	<b>28</b>
<b>4.6.5 Estabilidade da Emulsão</b> .....	<b>29</b>
<b>4.6.6 Teor de Lipídeos</b> .....	<b>29</b>
4.7 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	30

4.8 ANÁLISE SENSORIAL.....	30
<b>4.8.1. Índice de Aceitabilidade.....</b>	<b>31</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>32</b>
5.1 Gelatina.....	32
<b>5.1.1 Rendimento da Gelatina .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1.2 Composição Centesimal da Gelatina.....</b>	<b>33</b>
5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	35
5.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	38
5.4 ANÁLISE SENSORIAL.....	39
<b>5.4.1 Índice de Aceitabilidade.....</b>	<b>40</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>42</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Efeito da variação do teor de lipídeos na dureza das formulações .	37
Figura 2 – Índice de aceitabilidade das formulações de mortadela com substituição total ou parcial de toucinho por gelatina de pele de Tilápia-do-Nilo .....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de planejamento do delineamento em mistura para dois fatores (gelatina e toucinho) .....	25
Tabela 2 - Formulação padrão das mortadelas com a substituição parcial ou total do toucinho por gelatina .....	26
Tabela 3 - Composição centesimal da gelatina de pele de Tilápia-do-Nilo .....	33
Tabela 4 - Médias e desvio padrão dos parâmetros de pH, cor objetiva, PPC e estabilidade das formulações de mortadela com substituição total ou parcial de toucinho por gelatina de pele de Tilápia-do-Nilo .....	35
Tabela 5 - Médias e desvio padrão dos parâmetros de lipídeos e dureza das formulações de mortadela com substituição total ou parcial de toucinho por gelatina de pele de Tilápia-do-Nilo .....	36
Tabela 6 - Médias e desvio padrão das notas atribuídas para cor, aroma, sabor, textura e impressão global das formulações de mortadela com substituição total ou parcial de toucinho por gelatina de pele de Tilápia-do-Nilo .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

Aquicultura é o cultivo de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, se dá total ou parcialmente em meio aquático. O Brasil, devido a sua vasta riqueza natural, tem potencial para se tornar um dos maiores produtores de pescado no mundo (MPA, 2011). Dentre as inúmeras espécies de peixe de água doce, a mais cultivada no Brasil é a Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), pois ela possui características favoráveis como crescimento rápido, fácil reprodução e fácil adaptação a sistemas de cultivos variados (BORDIGNON, 2010).

É gerada, durante as etapas da cadeia produtiva da piscicultura, uma quantidade significativa de resíduos orgânicos. Os tipos e as quantidades desses resíduos dependem do processamento (peixe eviscerado, filé, dentre outros). Dentre esses resíduos orgânicos, que possuem alta qualidade nutricional, grande parte poderia ser utilizada para a produção de diferentes produtos, reduzindo a quantidade de material rejeitado, aumentando o aproveitamento da matéria-prima e diminuindo impactos ambientais (BORDIGNON, 2012; VIDOTTI e GONÇALVES, 2006).

Entre os possíveis subprodutos da pele de tilápia se extrai o colágeno, proteína do tecido conjuntivo (BUENO, 2008). O colágeno tem como característica a sensibilidade à ação da água quente, transformando-se em gelatina. No caso da tilápia, quando as proteínas são submetidas a temperaturas superiores à 43°C, suas fibras colágenas são desnaturadas (perdem a estrutura tridimensional), o que ocorre também devido a mudanças no pH e da concentração de sal. Podemos, assim, descrever a gelatina como um colágeno hidrolisado (MOLINARI, 2014). O tipo de gelatina obtido depende da aplicabilidade e da necessidade do mercado consumidor, bem como da matéria-prima utilizada e dos métodos de extração (BORDIGNON, 2010).

A gelatina, na indústria alimentícia, desempenha variados papéis funcionais no processamento que podem ser divididos em dois grupos. O primeiro leva em consideração propriedades de gelificação (força do gel, temperaturas de fusão, viscosidade, espessamento, texturização e ligação com água) e o segundo é

associado à superfície de comportamento da gelatina (emulsão, estabilidade, função de coloide protetor, formação de filme e adesão/coesão) (BORDIGNON, 2010).

Devido as suas propriedades como extensora, umidificante e potencializadora de textura, a gelatina influência de forma preponderante na textura da carne e de seus derivados. Por esta razão, tem enorme potencial de aplicação em embutidos emulsionados como mortadela, salsichas, patês, entre outros (BAILEY e LIGHT, 1989).

Entende-se por mortadela o produto cárneo industrializado, obtido 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 ao tratamento térmico adequado (BRASIL, 2000). A emulsão cárnea possui duas fases: uma contínua, representada pela água, e uma descontínua, representada pelas gotículas de gordura. As duas fases, apesar de imiscíveis e instáveis, são estabilizadas e mantidas devido aos estabilizadores, que são proteínas (DINON e DEVITTE, 2011).

Estudos apontam que a gelatina é importante no processamento de emulsões cárneas, sob o ponto de vista econômico, e apresenta papel relevante como emulsificante complementar, conferindo estabilidade à massa, melhorando o rendimento do produto (SHIMOKOMAKI et al., 2006). Em razão disso, o presente trabalho teve como objetivo a aplicação de gelatina obtida a partir de pele de Tilápia-do-Nilo em mortadela, e a avaliação das características físico-químicas e sensoriais do produto final.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Obter gelatina a partir da pele de Tilápia-do-Nilo, aplicar no processamento de mortadela e avaliar a aceitação sensorial e as características físico-químicas do produto final.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Obter gelatina a partir da pele de Tilápia-do-Nilo.
- Determinar a composição centesimal proximal da gelatina: umidade, cinzas, lipídeos e proteínas.
- Desenvolver as formulações de mortadela, adicionada de diferentes teores de toucinho e gelatina.
- Realizar análises físico-químicas das formulações de mortadela: pH, cor objetiva, perda de peso por cozimento (PPC), textura, estabilidade da emulsão e teor de lipídeos.
- Realizar análises microbiológicas das amostras de mortadela de acordo com as exigências da lei vigente no Brasil (RDC n°.12 de 12 de janeiro de 2001).
- Realizar análise sensorial pelo teste de aceitação (Escala Hedônica de nove pontos) das formulações desenvolvidas.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 AQUICULTURA E SUBPRODUTOS

A pesca é uma atividade praticada desde a antiguidade e constitui uma importante fonte de renda, trabalho e alimento, além da contribuição para a permanência do homem no seu local de origem (MPA, 2011).

A aquicultura é baseada no cultivo de organismos aquáticos geralmente em um espaço confinado e controlado. Ela possibilita produtos homogêneos, rastreabilidade durante toda a cadeia, e outras vantagens que contribuem para a segurança alimentar, no sentido de gerar alimento de qualidade com planejamento e regularidade. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2010), a aquicultura é a mais rápida das atividades agropecuárias em termos de resultados produtivos e uma das poucas capazes de responder com folga ao crescimento populacional, o que pode contribuir para o combate à fome em todo o mundo.

A aquicultura tem papel importante dentro deste contexto, pois continua crescendo mais rapidamente do que qualquer outro setor de produção animal, com um crescimento médio de cerca de 8% ao ano desde 1970, comparado a apenas 1,2% para pesca e 2,8% para produção animal terrestre, durante o mesmo período (FAO, 2010).

O potencial do Brasil para o desenvolvimento da aquicultura é imenso, pois além da vasta quantidade de terras, o Brasil possui a maior reserva de água doce do planeta (SIDONIO, 2012). O país chega a produzir por ano um total de 985 toneladas de pescado (BORDIGNON, 2010).

O novo relatório da FAO, "The state of world fisheries and aquaculture", estima que o Brasil deve registrar um crescimento de 104% na produção da pesca e aquicultura em 2025. Segundo o estudo, o aumento na produção brasileira será o maior registrado na região, seguido de México (54,2%) e Argentina (53,9%) durante a próxima década. O crescimento no país se deve aos investimentos feitos no setor nos últimos anos (FAO, 2016). Portanto, é esperada uma maior variação de produtos ou

derivados destes, com preços mais acessíveis para estimular e incentivar a população a consumir mais pescado.

O Brasil possui muitas espécies nativas com potencial para exploração. Porém, de acordo com dados do Ministério da Pesca e Aquicultura, entre 2007 e 2010 a produção aquícola de espécies exóticas representou 65% do total produzido pela piscicultura brasileira. Esse predomínio se deve principalmente ao fato de espécies exóticas já possuírem uma cadeia produtiva estruturada e grande desenvolvimento tecnológico, resultando assim em menor custo de produção e oferta de peixes com qualidade a preços mais baixos (BORDIGNON, 2010; BORGUETTI et al., 2003; BUENO, 2008).

A Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie mais produzida no Brasil, podendo ser encontrada praticamente em todo o território nacional, exceto nas regiões abrangidas pelas bacias do Amazonas e Paraguai, onde seu cultivo não é permitido pela legislação ambiental vigente. Isso ocorre devido a espécies nativas, como tambaqui e matrinxã, cultivadas com tecnologia desenvolvida localmente, não estarem habituadas às doenças que podem ser disseminadas com a introdução de espécies exóticas (EMBRAPA, 2012).

A tilápia vem apresentando maior destaque, dentre as espécies utilizadas na aquicultura brasileira, devido à sua fácil adaptação ao clima tropical do país, por apresentar carne branca de textura firme, sabor delicado e ausência de odor desagradável (BLANCK, 2008; BORDIGNON, 2010).

Em conjunto com o aumento da produção de pescado, também se aumenta a quantidade de resíduos industriais. Isso porque a cadeia produtiva da aquicultura gera uma infinidade de resíduos orgânicos. (BORDIGNON, 2010; MOLINARI, 2014). Portanto, o beneficiamento de pescado pode aproveitar uma grande quantidade e variedade do material que tem sido rejeitado, além do alimento em si, que contém alto valor nutricional (FREITAS et al., 2000; SANTOS, 2012). E os resíduos gerados podem constituir uma diversidade de matérias-primas de alta qualidade que podem ser transformadas em diversos subprodutos.

Os tipos, quantidades e finalidades dependem do tipo de processamento empregado, espécie de peixe, tamanho do animal, produto final desejado pelo consumidor, entre outros (BORDIGNON, 2010; MOLINARI, 2014). Desta forma, algumas alternativas tecnológicas têm sido desenvolvidas para melhorar o

aproveitamento de espécies de baixo valor comercial e de resíduos gerados em unidades de processamento, para aplicação na indústria alimentícia (VIDOTTI e GONÇALVES, 2006).

Um subproduto bastante promissor é a CMS (Carne mecanicamente separada), que é obtida a partir da desossa mecânica da carne que se encontra aderida a carcaça ou ao espinhaço do peixe, e que pode ser separada dos ossos mediante prensagem. Esse subproduto é utilizado em salsichas, empanados, nuggets, entre outros. (BORDIGNON, 2010).

A partir da cabeça pode-se produzir caldos, com a carcaça e/ou cabeça pode-se desenvolver farinhas, ração e óleo, por exemplo. E, além desses produtos mencionados, existem inúmeras aplicações para cada tipo de resíduo (BORDIGNON, 2010).

Dentre os resíduos da filetagem de tilápia, as peles representam em torno de 4,5 a 10% do peso corporal do peixe, o que representa uma quantidade significativa. E elas podem ser processadas e transformadas em couro, que pode servir de matéria-prima para a fabricação de bolsas e vestuário, ou em gelatina, cuja obtenção é considerada a melhor forma de processar resíduos da indústria de pescado, garantindo um maior aproveitamento e, conseqüentemente, maior lucro (BORDIGNON, 2010; GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2002).

### 3.2 GELATINA

A gelatina é uma proteína obtida industrialmente a partir da hidrólise controlada da estrutura organizada de ossos, cartilagens e peles de animais, em geral imperfeitas e impróprias para a transformação em couro (BORDIGNON, 2010). Sua utilização tem aumentado ao longo dos anos nas indústrias farmacêuticas, de alimentos, cosméticas e fotográficas (BORDIGNON, 2012). Na indústria alimentícia, a gelatina é um dos polímeros solúveis em água que pode ser usado como ingrediente para aumentar a elasticidade, consistência e estabilidade física dos alimentos (EMBRAPA, 2012; TAVAKOLIPOUR, 2011).

Segundo o RIISPOA, Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, entende-se por gelatina comestível o produto da hidrólise em água fervente de tecidos ricos em substâncias orgânicas (cartilagens, tendões, ossos, aparas de couro) concentrado e secado. De acordo com Montero e Gómez-Guillén (2000), o colágeno e a gelatina são diferentes formas da mesma macromolécula, sendo possível descrevê-la como colágeno hidrolisado.

Schrieber e Gareis (2007) relatam que a gelatina apresenta vários papéis funcionais no processamento de alimentos que podem ser divididos em dois grupos: o primeiro é associado com as propriedades de gelificação (força do gel, gelificação, temperaturas de fusão, viscosidade, espessamento e texturização) e o segundo refere-se à superfície de comportamento da gelatina (emulsão, estabilização, função de coloide protetor, formação de espuma, formação de filme e adesão/coesão).

A maioria das gelatinas comerciais é produzida através de mamíferos, principalmente bovinos e suínos. Porém, em razão de algumas restrições religiosas e doenças como a encefalopatia espongiforme bovina e a febre aftosa, que causaram muitos problemas para a saúde humana, seu uso foi limitado (CHO et al., 2005).

Devido a esses problemas, as pessoas procuram alternativas para o consumo das gelatinas, procurando produtos produzidos com matérias-primas alternativas. A gelatina obtida a partir da pele de peixe é uma dessas alternativas, pois além da redução de resíduos de filetagem, ela proporciona melhores condições de processamento às indústrias de beneficiamento, agregando valor à cadeia produtiva do peixe, transformando-os em subprodutos de valor agregado (BORDIGNON, 2010).

A extração da gelatina ocorre com o pré-tratamento do colágeno com água à temperatura acima de 45°C, devido à sua sensibilidade à ação da água quente, transformando-se em gelatina, quando exposto a esta situação (SOUZA, 2003).

Porém, o método de extração do colágeno para elaboração da gelatina a partir de peles de peixe é diferente dos métodos de extração do colágeno para peles de mamíferos, em virtude de suas diferenças nas propriedades físicas e químicas (KOLODZIEJSKA et al., 2008), necessitando utilizar temperaturas moderadas. Depende também do pré-tratamento aplicado e das condições de extração, bem como exige controle rigoroso de pH visando a máxima extração e a manutenção de suas propriedades físicas.

É importante que a gelatina apresente boas propriedades reológicas, força de gel e ponto de fusão, sendo estas afetadas em função da concentração da solução de gelatina, tempo e temperatura de manutenção do gel, pH e conteúdo de sal (CHOI e REGENSTEIN, 2000). A sua capacidade termicamente reversível ou de gelificar com a água é o que a torna altamente interessante para a indústria.

### 3.3 EMULSÕES CÁRNEAS

Os derivados cárneos consistem em produtos alimentícios preparados total ou parcialmente com carnes, miúdos ou gorduras, e subprodutos comestíveis procedentes dos animais de abate e, eventualmente, ingredientes de origem vegetal, como também condimentos, especiarias e aditivos autorizados (ORDÓÑEZ, 2005).

De acordo com Terra (1998), uma emulsão cárnea pode ser considerada uma mistura na qual os constituintes da carne são finamente divididos e dispersam-se de modo análogo a uma emulsão de gordura em água, sendo o processo de emulsão da gordura o precursor do sabor e da textura do produto cárneo.

As emulsões cárneas constituem um sistema de duas fases: a fase dispersa, formada de partículas de gordura, fibras de tecido muscular e conectivo ou fragmentos de fibras, aditivos e farináceos; e a fase contínua, constituída por água, sal, proteínas hidrossolúveis e outros elementos solúveis. Essas duas fases, apesar de imiscíveis, são estabilizadas por meio da ação de um agente estabilizante ou emulsionante, como a gelatina, por exemplo, que funciona diminuindo a tensão interfacial existente entre a gordura e a água. Desta forma, menos energia é necessária no sistema e permite a mistura da água com a gordura, aumentando a estabilidade (TERRA, 1998; ORDÓÑEZ, 2005).

Os produtos cárneos emulsionados, como as salsichas e as mortadelas, são muito populares e consumidos tanto à nível doméstico como no mercado de alimentação rápida, representando uma parcela importante no segmento da industrialização de carnes (DEVITTE, 2011).

### 3.4 MORTADELA

Segundo a legislação, entende-se por mortadela o produto cárneo industrializado, obtido de uma emulsão das carnes de animais de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas, e submetido ao tratamento térmico adequado (BRASIL, 2000).

Podemos destacá-la por ser um produto tradicional, elaborado a partir de carnes de várias espécies de animais, e por possuir uma legislação que permite muitas classificações (BRASIL, 2000), o que possibilita disponibilizar ao mercado uma grande variedade de formulações (BORTOLUZZI, 2009).

A mortadela surgiu como um embutido que demonstra claramente como o advento da tecnologia dos produtos cárneos possibilitou o acesso à proteína cárnea de um contingente populacional que não tinha condições de suprir a quantidade mínima diária recomendada de proteína (SPADA, 2013).

O segmento das mortadelas, por sua excelente relação custo/benefício, representa expressiva parcela do total do volume comercializado de produtos cárneos emulsionados (CENCI, 2013; OLIVO, 2006). Desta forma, o consumo *per capita* de mortadela no Brasil é de 1,15 kg/ano, e o de embutidos emulsionados em geral 2 kg/ano (GUERRA, 2010).

Segundo a Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000 do MAPA (BRASIL, 2000), os ingredientes obrigatórios na produção de mortadelas são: carne das diferentes espécies animais de açougue e sal, sendo que nas mortadelas "Italiana" e "Bologna" o toucinho em cubos deverá ser aparente ao corte. Os ingredientes considerados opcionais são: água, gordura animal e/ou vegetal, proteína vegetal e/ou animal, aditivos intencionais, agentes de liga, açúcares, aromas, especiarias, condimentos, vegetais (amêndoas, pistache, frutas, azeitonas, etc.) e queijos. A adição de proteínas não cárneas permitidas para adição nas mortadelas não deve exceder 4,0%, considerando que seria uma proteína agregada.

Os requisitos estabelecidos para mortadelas são teores máximos de 10% para carboidratos totais, 5% para amido, 65% para umidade, 30% para gordura e 12% para proteína (BRASIL, 2000). A concentração de gordura na mortadela é alta, o que o

torna um produto com potencial de redução de gordura, para atender à diferentes demandas de mercado.

### 3.5 ALIMENTOS SAUDÁVEIS

A indústria de alimentos, em função da competitividade existente no mercado globalizado, busca a manutenção e ampliação do mercado consumidor pela satisfação dos clientes. Assim, faz-se necessário a melhoria contínua dos produtos ofertados, considerando que a cada dia os consumidores tornam-se mais informados e exigentes, impulsionando as empresas a disponibilizarem produtos padronizados, com qualidade crescente e preços acessíveis (SILVA, 2004). Este segmento é passível à constante aprimoramento e desenvolvimento de novos produtos pela tecnologia, aliada aos ingredientes adicionais aos processos produtivos (TERRA, 1998).

Em função do ritmo urbano cada vez mais acelerado, os consumidores vêm buscando alimentos industrializados de fácil preparo. Ainda, junto à isso, a população mundial vem, nos últimos anos, indicando um interesse por alimentos com ingredientes funcionais e/ou teores reduzidos de sódio, gorduras e açúcares (SPADA, 2013). Os consumidores estão se preocupando com os constituintes dos alimentos e seus efeitos na alimentação. Este fenômeno está inserido numa profunda mudança de hábitos e costumes. O cidadão tornou-se mais consciente e procura, hoje, uma vida mais saudável (OLIVEIRA, 2013).

Uma das causas é que várias doenças cardiovasculares e a obesidade estão sendo vinculadas ao consumo de determinados alimentos, assim como constantemente surgem estudos e pesquisas mostrando que maior ou menor ingestão de alimentos ricos em fibras, por exemplo, podem prevenir ou tratar patologias (DEVITTE, 2011). O Ministério da Saúde, em agosto de 2011, divulgou os resultados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2008-2009), destacando o excesso do consumo de gordura na alimentação dos brasileiros, principalmente entre jovens (BRASIL, 2011).

Consequentemente, o papel cada vez mais influente da indústria de alimentos sobre a dieta e estilo de vida da população vem acompanhado do desafio de atender a demanda dos consumidores por produtos que sejam saborosos, visualmente atrativos e que, ao mesmo tempo, visem à saúde e o bem-estar (FILHO et al., 2012).

Esse conceito de alimento saudável precisa ser incorporado, na indústria de carnes, para permitir apelos saudáveis e aumentar o valor agregado dos produtos por meio de reformulações consistentes e com comprovação científica (FILHO et al., 2012; SAAD et al., 2011).

O recente conceito de *combifood* proporciona o desenvolvimento de produtos cárneos pela incorporação de ingredientes de diferentes origens (vegetal, láctea, microbiana, animal, etc.) passíveis de substituir a gordura. Na maioria dos casos, estes substitutos gelificam maiores quantidades de água no produto. Este conceito apresenta novas fontes para criar produtos palatáveis e de multicomponentes alimentícios (FAROUK, 2011).

A partir do contexto apresentado, a redução do teor de gordura e a adição de ingredientes funcionais em produtos cárneos largamente consumidos, como a mortadela, apresentam-se como tendência e desafio no desenvolvimento de produtos na indústria de carnes.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MATÉRIA-PRIMA

As amostras de pele de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizadas foram adquiridas no Pesqueiro Belini, localizado na cidade de Peabiru – PR. As peles foram adquiridas frescas (no mesmo dia da pesca), lavadas em água corrente, divididas em porções de 250g e mantidas congeladas à -18°C até o início dos tratamentos.

Os aditivos cárneos foram doados pela Indústria Brasileira de Aditivos e Condimentos (IBRAC) e os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local.

Os reagentes químicos utilizados nas análises físico-químicas foram disponibilizados pelo Departamento Acadêmico de Alimentos (DALIM) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Câmpus Campo Mourão.

### 4.2 OBTENÇÃO DA GELATINA

A extração do colágeno foi realizada de acordo com o método desenvolvido por Ferreira (2013), com adaptações de Molinari (2014). O método consiste na imersão (em béquer de 600ml) de 250g matéria-prima e 250ml de água destilada, e cocção à  $95 \pm 2^\circ\text{C}$  por 30 minutos, seguida de separação dos sólidos por peneira e filtro de polipropileno e resfriamento do sobrenadante em geladeira comum. Após gelificação da amostra, a mesma foi submetida à secagem em estufa com circulação de ar à  $50^\circ\text{C}$  por 24 à 48h, até que a amostra obtivesse aspecto de filme.

### 4.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA GELATINA

As amostras foram caracterizadas em relação ao rendimento, umidade, cinzas, proteínas e lipídeos.

#### 4.3.1 Rendimento

O cálculo do rendimento foi realizado a partir da relação entre o peso da gelatina seca e o peso da matéria-prima úmida, em porcentagem, de acordo com a Equação 1.

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Peso da gelatina seca}}{\text{Peso da matéria - prima úmida}} \times 100 \quad (1)$$

#### 4.3.2 Umidade

A determinação da umidade foi feita pelo método de perda por dessecação de acordo com os Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). O método consiste no aquecimento direto de 5g de amostra em cápsula de porcelana ou metal, previamente tarada, a 105° durante 3 horas, seguido de resfriamento em dessecador até temperatura constante. O cálculo da umidade foi realizado pela relação entre a perda de massa e o peso da amostra, de acordo com a Equação 2.

$$\text{Umidade} = \frac{100 \times n^{\circ} \text{ de gramas de umidade}}{n^{\circ} \text{ de gramas da amostra}} \quad (2)$$

### 4.3.3 Cinzas

A determinação das cinzas foi feita pelo método de incineração, de acordo com os Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). O método consiste em carbonizar e incinerar 5g de amostra em cápsula de porcelana previamente tarada, até eliminação completa do carvão, resultando em cinzas brancas ou ligeiramente acinzentadas, seguido de resfriamento até temperatura constante. O cálculo das cinzas foi realizado pela relação entre o peso das cinzas e o peso da amostra, de acordo com a Equação 3.

$$\text{Cinzas} = \frac{100 \times n^{\circ} \text{ de gramas de cinzas}}{n^{\circ} \text{ de gramas da amostra}} \quad (3)$$

### 4.3.4 Proteínas

A determinação de proteínas foi feita pelo processo de digestão Kjeldahl modificado, de acordo com os Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). O método consiste na digestão, onde a matéria orgânica presente é decomposta, com ácido sulfúrico e um catalisador, e transformada em sal amoniacal; na destilação, onde a amônia é liberada do sal amoniacal pela reação com o hidróxido e recebida numa solução ácida; e titulação, onde determina-se a quantidade de nitrogênio presente na amostra titulando-se o excesso do ácido.

O cálculo de proteínas foi realizado pela relação entre o volume de ácido sulfúrico gasto na titulação, o peso da amostra e o fator de conversão de nitrogênio, de acordo com a Equação 4.

$$\text{Proteínas} = \frac{\text{volume de ácido} \times 0,14 \times \text{fator de conversão}}{n^{\circ} \text{ de gramas da amostra}} \quad (4)$$

### 4.3.5 Lipídeos

A determinação de lipídeos foi realizada subtraindo-se os valores encontrados nas análises de proteínas, cinzas e umidade, de acordo com a Equação 5.

$$\text{Lipídeos} = 100 - \text{Proteínas} - \text{Cinzas} - \text{Umidade} \quad (5)$$

### 4.4 PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO

Para substituir o toucinho (gordura) na formulação de mortadela, foi utilizada a gelatina, totalizando dois fatores. As proporções de cada fator, introduzidas nas formulações, foram obtidas a partir de um delineamento em mistura, para dois fatores (BARROS NETO et al., 2010).

O delineamento em mistura, para dois fatores, foi feito a partir de três ensaios com duas repetições, totalizando 6 ensaios, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1** - Matriz de planejamento do delineamento em mistura para dois fatores (gelatina e toucinho)

Ensaio	Variáveis	
	Toucinho – x <sub>1</sub>	Colágeno – x <sub>2</sub>
1	1	0
2	0	1
3	0,5	0,5
4	1	0
5	0	1
6	0,5	0,5

\*A tabela expressa a proporção de toucinho e gelatina em relação ao percentual total de gordura na formulação total (13%).

As variáveis respostas, obtidas para todas as formulações, foram os parâmetros físico-químicos: pH, cor objetiva, perda de peso por cozimento (PPC), textura, estabilidade da emulsão e teor de lipídeos.

Para cada resposta obtida foi realizada uma Análise de Variância, com o intuito de verificar a influência dos fatores sobre os valores obtidos, além de verificar se existem diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

Os cálculos da ANOVA, bem como os gráficos, foram obtidos por meio do programa STATISTICA® versão 7.0 (STATSOFT, 2006), licenciado para a Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

#### 4.5 ELABORAÇÃO DAS MORTADELAS

A elaboração das formulações foi realizada no laboratório de industrializações de carnes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Câmpus Campo Mourão. As concentrações dos ingredientes e aditivos utilizados estão descritas na Tabela 2

**Tabela 2** - Formulação padrão das mortadelas com a substituição parcial ou total do toucinho por gelatina

<b>Ingrediente</b>	<b>Quantidade (%)</b>
Paleta ou retalho suíno	67
Toucinho ou gelatina (mistura de fatores) *	13
Gelo	12
Fécula	3
Proteína texturizada de soja	2
Cura rápida (Nitrito/Nitrato)	0,25
Antioxidante (Eritorbato de sódio)	0,25
Fosfato	0,25
Condimento para mortadela	0,4
Sal	2,0
Alho em pó	0,1
Glutamato monossódico	0,1

\* A quantidade desses componentes será determinada para cada tratamento segundo o delineamento experimental apresentado na Tabela 1.

FONTE: TERRA, 1998.

As matérias-primas, ingredientes e aditivos foram pesados em balança semi-analítica conforme a formulação da Tabela 2. Em seguida, foram levadas ao *cutter* (modelo MADO Garant) e adicionados seguindo a seguinte ordem pré-estabelecida: carne, gelo, fosfato, sal, toucinho ou gelatina, proteína, cura, mix de temperos, antioxidante e, por último, a fécula (TERRA, 1998).

Foi realizada a homogeneização até obter uma emulsão cárnea e, em seguida, a massa foi embutida em tripa artificial específica para mortadela, em embutideira vertical à vácuo. Após embutimento, as mortadelas foram pesadas e levadas ao processo de cozimento em vapor até atingir uma temperatura interna de 72°C. Após cozimento, foi realizado choque térmico por 15 minutos em água corrente.

Durante o processamento, o gelo garante que a temperatura da massa permaneça baixa, sem ultrapassar os 12°, pois temperaturas acima deste patamar comprometem a qualidade do produto (a textura da massa torna-se instável e a gordura separa-se da massa) (ROCCO, 1996). Além disso, nitritos, nitratos, sal e antioxidantes são adicionados com a função básica de conservar os produtos e auxiliar no processo de cura, que consiste no desenvolvimento de características de cor, sabor, aroma e textura (OSROLIN, 2013).

## 4.6 DETERMINAÇÃO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

### 4.6.1 pH

As medidas de pH foram realizadas em triplicatas com auxílio do potenciômetro de contato, marca Testo, de acordo com a metodologia sugerida por Olivo et al. (2001). O ponto de incisão do eletrodo foi a parte central da mortadela.

#### 4.6.2 Cor Objetiva

As medidas de cor objetiva foram realizadas em triplicada com o auxílio de colorímetro. A mortadela foi cortada ao meio para a leitura da análise e os resultados foram expressos como L\* (que representa a porcentagem de luminosidade, 0 = escuro e 100 = claro), a\* (onde -a\* representa direção ao verde e +a\* direção ao vermelho) e b\* (onde -b\* representa direção ao azul e +b\* direção ao amarelo).

#### 4.6.3 Perda de Peso por Cozimento (PPC)

As mortadelas foram pesadas, ainda íntegras, antes e após a cocção, com a finalidade de se conhecer a perda de peso durante o cozimento (*cooking loss*) (HONIKEL, 1998). O resultado é expresso em porcentagem de perda de peso após o cozimento em relação ao peso inicial da amostra, de acordo com a Equação 6.

$$PPC = \frac{\text{Peso da amostra após cozimento}}{\text{Peso inicial da amostra}} \times 100 \quad (6)$$

#### 4.6.4 Perfil de Textura

A avaliação da textura foi conduzida pelo método de análise de perfil de textura (TPA), utilizando um texturômetro TA-XT Express Enhanced, Texture Analyzer – Stable Microsystem, equipado com um probe P/2 (2 mm de diâmetro) e uma célula de carga 10 kg. Seis amostras (replicatas), cortadas em cubos de 1 cm de aresta, foram duas vezes comprimidas, a uma velocidade de 180mm min<sup>-1</sup>, até 50% de seu tamanho. Não houve tempo de repouso entre os dois ciclos de compressão. A curva de deformação com o tempo é obtida sendo gerado o parâmetro de textura dureza (BOURNE, 1978; RAMOS e GOMIDE, 2007).

#### 4.6.5 Estabilidade da Emulsão

A determinação da estabilidade da emulsão foi realizada conforme descrito por Parks e Carpenter (1987), onde 45 a 50 g de amostra de massa crua, recém processada, foram colocadas em embalagem de nylon/polietileno, seladas sem vácuo e submetidas à tratamento térmico por 1 hora e à 70°C. Após, foram resfriadas e o volume de líquido exsudado foi retirado. A Estabilidade da Emulsão (EE) é expressa em percentagem de perda de líquido, de acordo com a Equação 7.

$$EE = \frac{\text{Peso final da amostra}}{\text{Peso inicial da amostra}} \times 100 \quad (7)$$

#### 4.6.6 Teor de Lipídeos

A determinação do teor de lipídios foi realizada de acordo com metodologia de Bligh e Dyer (1959). Foram pesadas aproximadamente 15 g da amostra, adicionado 30 mL de metanol e agitado mecanicamente por 2 minutos; após, foi acrescentado 15 mL de clorofórmio e agitado por 5 minutos. Foi acrescentado mais 15 mL de clorofórmio, agitado por mais 2 minutos, seguido de nova agitação de 5 minutos com a adição de 15 mL de água destilada.

Em seguida, a amostra foi filtrada em funil de Büchner, e o resíduo lavado com mais 10 mL de clorofórmio e agitado por mais 5 minutos. O resíduo lavado foi filtrado e novamente lavado em um béquer com mais 10 mL de clorofórmio.

Em seguida, o filtrado foi recolhido em um funil de separação de 250 mL. Após a separação das fases foi recolhida a fase inferior que contém o clorofórmio com o lipídio, em balão de fundo chato, devidamente pesado. A fase superior, que contém metanol, água e outros compostos polares, foi descartada. O solvente foi evaporado em evaporador rotatório à vácuo, com aquecimento de 35°C até sua completa secagem. O resíduo de solvente com lipídio foi terminado de evaporar em estufa a 105°C durante 4 horas. Após esfriados, os balões com lipídios foram pesados e os lipídios determinados gravimetricamente.

#### 4.7 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com as exigências da Resolução RDC nº 12 de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2001), analisadas a contagem de *Samonella* sp. em 25 g, Clostrídio sulfito redutor, Estafilococcus coagulase positiva e Coliformes a 45 °C, na mortadela pronta para consumo.

#### 4.8 ANÁLISE SENSORIAL

Essa pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) está apresentado no Anexo A. O número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) é 60731716.0.0000.5547.

As amostras de mortadela foram submetidas às análises microbiológica para verificar se todas as formulações estavam dentro dos padrões estabelecidos.

Após confirmação dos padrões microbiológicos, foram submetidas ao teste sensorial de aceitação com painel não treinado formado por 80 provadores consumidores de mortadela, constituído de alunos e servidores (professores e técnicos administrativos da UTFPR Câmpus Campo Mourão). Foram avaliados os atributos sabor, cor, textura e aceitação global, por meio de uma escala hedônica de categoria verbal de nove pontos (9 = gostei muitíssimo; 1 = desgostei muitíssimo), conforme ficha apresentada o Anexo B.

As amostras de mortadela foram cortadas em cubos de aresta de aproximadamente 2 cm e foram servidos aos provadores três cubos de aproximadamente 5 g de cada amostra, com água potável à temperatura ambiente para lavar a boca antes e entre as avaliações.

As amostras foram servidas de forma monádica, identificadas com códigos de três dígitos aleatórios. Os resultados foram analisados quanto à análise de variância

univariada (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

#### 4.8.1. Índice de Aceitabilidade

Conforme Teixeira et al. (1987), para que um produto seja considerado como aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que obtenha um índice de aceitabilidade de, no mínimo, 70%.

Para o cálculo do Índice de aceitabilidade das formulações estudadas, foi adotada a Equação 8, de acordo com Monteiro (1984) e Dutcosky (1996).

$$\text{Índice de aceitabilidade (\%)} = \frac{A \times 100}{B} \quad (8)$$

Onde:

$A$  = nota média obtida para o atributo avaliado;

$B$  = nota máxima observada para o atributo avaliado.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Gelatina

Os resultados do rendimento e da composição centesimal da gelatina obtida a partir de pele de Tilápia-do-Nilo estão apresentadas nos subitens a seguir.

#### 5.1.1 Rendimento da Gelatina

O rendimento da extração de gelatina, calculado a partir do peso seco de gelatina sobre o peso úmido das peles utilizadas, foi de 6,2%. O valor encontrado é intermediário se comparado a outros métodos de extração, como por exemplo 10,2% e 18,3%, obtido por Bueno (2008), e 5,39%, obtido por Jamilah e Harvinder (2002). Se comparado com o valor encontrado por Molinari (2014), que foi de 6,21%, para o mesmo método de extração, podemos verificar que o valor é praticamente igual, com uma diferença de apenas 0,01%.

Esse menor valor, comparado ao valor encontrado por Jamilah e Harvinder (2002), pode ser explicado devido a perdas de material durante o processo de secagem em estufa (BUENO, 2008) ou, como observado por Cho et al. (2005), devido à temperatura de extração. Esta é um fator chave para o processamento da gelatina, isso porque temperaturas acima de 60°C podem levar à extração de outras proteínas de baixa massa molar.

Além disso, o rendimento de gelatina extraída com água é menor devido à ausência de pré-tratamento ácido ou básico (MOLINARI, 2014).

De forma geral, o valor encontra-se dentro do normal, pois de acordo com Bueno (2008), o rendimento de gelatina de pele de diferentes espécies de peixe pode variar entre 5,5 a 21% do peso da matéria-prima, variando em função da composição centesimal das peles, do conteúdo de colágeno, da qualidade de componentes

solúveis presentes, do método de extração empregado e das características do peixe utilizado.

### 5.1.2 Composição Centesimal da Gelatina

A composição centesimal da gelatina em relação ao teor de proteína, lipídeos, cinzas e umidade, está apresentada na Tabela 3.

**Tabela 3** - Composição centesimal da gelatina de pele de Tilápia-do-Nilo

Composição centesimal	Conteúdo (%)
Umidade	7,26 ± 0,21
Proteína	86,44 ± 1,04
Lipídeos	4,18 ± 0,42
Cinzas	2,13 ± 0,07

A gelatina exibiu conteúdo proteico alto, coerente se comparado com os valores encontrados por Bueno (2008), Songchotikunpan et al. (2008) e Bordignon (2010), que obtiveram gelatinas com 89,4%, 89,4% e 85,65%, respectivamente. Mas está acima do encontrado por Molinari (2014), que foi de 80,22% para extração com água.

Molinari (2014) ressalta que a gelatina extraída apenas em água apresenta maior teor de proteínas, mesmo sem diferir significativamente dos demais métodos de extração, o que não acontece com outras origens proteicas, mostrando, assim, a importância do estudo do pescado na produção de colágeno.

O percentual de umidade encontrado foi maior que o valor de 5,34% encontrado por Molinari (2014), mas menor que os valores encontrados por Bueno et al. (2011), Trindade (2010) e Bordignon (2010), que foram de 9,3%, 12% e 11,92%, respectivamente.

A diferença de umidade entre as amostras pode ser justificada pela variação no tempo de secagem das mesmas, que variaram entre 24 e 48h (MOLINARI, 2014).

E, segundo Bordignon (2010), essas diferenças podem ocorrer em função dos diferentes métodos de lavagem e conservação das peles antes do início do processo de extração, e principalmente em relação ao tempo de secagem das gelatinas após o processo.

O valor obtido na análise de cinzas se mostrou coerente com os valores encontrados por Songchotikunpan et al. (2008), Molinari (2014) e Bordignon (2010), que foram de 2,1%, 1,80% e 2,51%, respectivamente.

De acordo com Jones (1997), o teor máximo de cinzas recomendado para gelatinas é de 2,6%, apesar de, frequentemente, gelatinas com conteúdo acima de 2% serem aceitas para aplicações alimentícias, e podem ser controlados por filtração após a extração. Esses valores são referentes aos resíduos inorgânicos restantes da incineração da matéria orgânica e são considerados medidas gerais de qualidade, utilizados como critério na identificação dos alimentos (CHO et al., 2005; JONES, 1997; MOLINARI, 2014).

O valor encontrado para lipídeos encontra-se coerente com os valores encontrados por Molinari (2014), para extração em água. Mas está alto quando comparado com os valores encontrados por Alfaro (2008) e Bordignon (2010), que foram de 0,25%, 0,025% e 0,047%, respectivamente.

As gelatinas que apresentam alto conteúdo em proteínas e baixos percentuais de gordura e de umidade mostram que houve uma remoção eficiente de material lipídico e de água no processamento das peles. Desta forma, no decorrer da extração da gelatina em água destilada, é importante que se remova o material lipídico, pois isso contribui para uma porcentagem menor de lipídeos. (BUENO, 2008; JONGJAREONRAK et al. 2006).

Para a remoção do conteúdo lipídico das peles de tilápia, Alfaro (2008) destaca que banhos sucessivos anteriores às extrações são eficientes. Bueno (2008) sugere que se faça o uso de papel filtro passado sobre a superfície do material ao longo de todo o processo de extração, desta forma a gordura, que naturalmente se concentra na superfície devido a sua menor densidade, vai ser absorvida.

## 5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados obtidos nas determinações de pH, cor objetiva ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), perda de peso por cozimento (PPC) e estabilidade estão descritos na Tabela 4.

**Tabela 4** - Médias e desvio padrão dos parâmetros de pH, cor objetiva, PPC e EE das formulações de mortadela com substituição total ou parcial de toucinho por gelatina obtida a partir da pele de Tilápia-do-Nilo

Formulação	pH	$L^*$	$a^*$	$b^*$	PPC	EE (%)
1	6,49±0,01	70,39±0,6	8,49±0,1	9,59±0,09	0	99,63±0,05
2	5,94±0,01	74,74±0,7	6,55±0,35	9,21±0,5	0	99,73±0,05
3	6,05	75,17±0,8	6,37±0,22	10,89±0,35	0	99,53±0,05
4	6,05	75,50±0,8	6,40±0,14	10,78±0,45	0	98,80±0,08
5	6,05±0,01	72,37±1,0	7,14±0,1	11,01±0,14	0	99,53±0,09
6	6,04±0,02	71,95±0,4	7,18±0,03	11,07±0,29	0	99,73±0,09

\*1 e 4 – 100% toucinho; 2 e 5 – 100% gelatina; 3 e 6 – 50% toucinho e 50% gelatina.

Não houve diferença significativa entre os atributos pH, cor objetiva ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), PPC e EE.

No atributo PPC, por exemplo, os valores encontrados foram todos zeros, e isso, assim como nos outros atributos, provavelmente ocorreu devido as condições de cozimento utilizadas no presente trabalho, no qual foi realizado cozimento em vapor, que dificultou perdas durante o processo.

Segundo Orsolin (2013), com o cozimento de mortadelas em estufas próprias, acelera-se o desenvolvimento da cor de cura, além de auxiliar na liberação de proteínas solúveis e melhorar as características de fluidez.

Terra (1998) diz que, admitindo suficiente grau de desintegração da gordura, a estabilidade da emulsão cresce com o aumento da quantidade de gordura até um máximo e, depois, diminui com a adição de mais gordura. Porém, podemos verificar que a estabilidade das formulações foi alta, independente dos níveis de gordura, o que pode indicar que o colágeno foi um ótimo estabilizante para as formulações. Sariçoban et al. (2008), estudando o efeito de diferentes níveis de albedo de limão em emulsão cárnea, observaram que a adição de fibra de limão aumentou a estabilidade da emulsão e esse resultado foi atribuído à alta capacidade de retenção de água

dessa fibra; assim como a gelatina pode ter influenciado na capacidade de retenção de água das formulações e, conseqüentemente, a estabilidade.

Os únicos parâmetros que apresentaram diferença significativa foram lipídeos e dureza (textura), que estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** - Médias e desvio padrão dos parâmetros de lipídeos e dureza das formulações de mortadela com substituição total ou parcial de toucinho por gelatina obtida a partir da pele de Tilápia-do-Nilo

Formulação	Lipídeos (%)	Dureza
1	16,46±0,19 <sup>a</sup>	16,75±0,99 <sup>a</sup>
2	8,70±0,19 <sup>b</sup>	22,97±0,82 <sup>c</sup>
3	11,16±0,09 <sup>c</sup>	16,85±1,69 <sup>b</sup>
4	16,22±0,24 <sup>a</sup>	15,34±0,86 <sup>a</sup>
5	8,06±0,89 <sup>bd</sup>	20,95±1,5 <sup>c</sup>
6	11,07±0,10 <sup>ce</sup>	18,81±0,96 <sup>b</sup>

\*Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). 1 e 4 – 100% toucinho; 2 e 5 – 100% gelatina; 3 e 6 – 50% toucinho e 50% gelatina.

As análises dos percentuais de lipídeos revelaram que as formulações contribuíram de forma significativa para a redução desse componente nas formulações de mortadela em relação ao máximo de gordura permitido pela legislação (30%) (BRASIL, 2001).

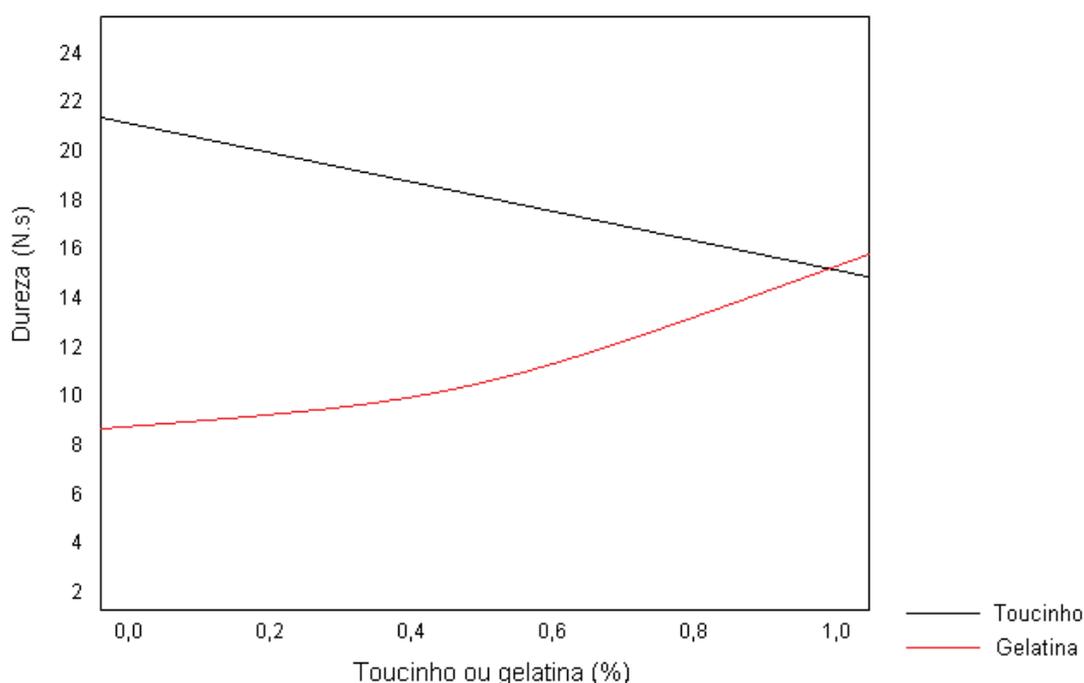
A portaria 234 de 12/05/1996 do Ministério da Saúde classifica como “reduzido em gordura” os produtos que apresentam redução mínima de 25% de gordura quando comparado ao produto convencional, e “baixo em gordura” os produtos que contêm no máximo 3% deste componente (BRASIL, 2000). Desta forma, podemos classificar as formulações como de “teor reduzido de gordura”, já que apresentam redução acima de 25% em relação aos produtos convencionais.

Devitte (2011) elaborou formulações com substituição parcial da gordura por carragena e pectina, e encontrou valores relativos às mortadelas com formulação modificada (11,81, 11,97 e 11,87%) maiores que os encontrados no presente trabalho.

Os valores encontrados para as formulações com as mesmas composições de adição de toucinho e/ou gelatina não apresentaram diferença significativa. Esse

resultado está conforme o esperado, pois, em todas as formulações que não apresentam diferença significativa, foram adicionadas quantidades iguais de ingredientes.

Os resultados sugerem que a dureza das mortadelas é influenciada pelo nível de gelatina ou toucinho presente nas formulações, como podemos verificar na Figura 1.



**Figura 1** – Efeito da variação do teor de toucinho ou gelatina nos valores de dureza

Ainda de acordo com a Figura 1, pode-se verificar que os valores de dureza são maiores quando o teor de gelatina é maior, e menores quando o teor de gordura é maior.

O aumento da dureza nas mortadelas com substituição total ou parcial de gelatina provavelmente se deve à capacidade, da gelatina, de formar uma rede tridimensional insolúvel capaz de modificar as propriedades reológicas da fase contínua de uma emulsão e ao aumento na quantidade de proteína disponível para a formação de matriz gélica gerada durante a fase de cozimento da mortadela, levando à formação de matriz proteica mais forte e densa, originando produtos mais firmes (BREWER, 2005; GUIMARÃES, 2011; YOUSSEF, 2009; ZIEGLER, 1984).

Youssef e Barbut (2009) verificaram que ao se reduzir o teor de gordura e água e, ao mesmo tempo, aumentar o teor de proteínas, a emulsão cárnea se torna mais dura, coesa, elástica e mastigável; variação que pode ser verificada no presente trabalho.

### 5.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas não diferiram entre os tratamentos, que apresentaram ausência de *Salmonella* sp. em 25 g, Estafilococos coagulase positiva e Clostrídio sulfito redutor inferiores a 10 UFC/g, e Coliformes à 45 °C menor que 10 NMP/g.

Desta forma, todas as amostras analisadas apresentaram contagem dentro dos padrões legais e vigentes exigidos pela legislação, de acordo com RDC n° 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), mostrando-se adequadas e seguras para o consumo humano.

## 5.4 ANÁLISE SENSORIAL

Os valores médios das notas atribuídas pelos 80 provadores estão descritos na Tabela 6.

**Tabela 6** - Médias e desvio padrão das notas atribuídas para cor, aroma, sabor, textura e impressão global das formulações de mortadela com substituição total ou parcial de toucinho por gelatina obtida a partir da pele de Tilápia-do-Nilo

Formulação	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
1	6,55±1,28	7,11±0,87	7,49±1,21	7,25±1,19	7,23±1,11
2	6,58±1,42	6,84±1,38	7,29±1,32	7,11±1,35	7,06±1,20
3	6,11±1,47	6,79±1,20	7,40±1,22	7,29±1,04	7,03±1,06
4	6,50±1,36	7,14±1,21	7,44±1,27	7,39±1,05	7,33±1,10
5	6,68±1,22	6,94±1,06	7,49±0,95	7,44±0,80	7,34±0,87
6	6,45±1,44	7,13±1,11	7,66±1,25	7,34±1,08	7,38±1,04

\*1 e 4 – 100% toucinho; 2 e 5 – 100% gelatina; 3 e 6 – 50% toucinho e 50% gelatina.

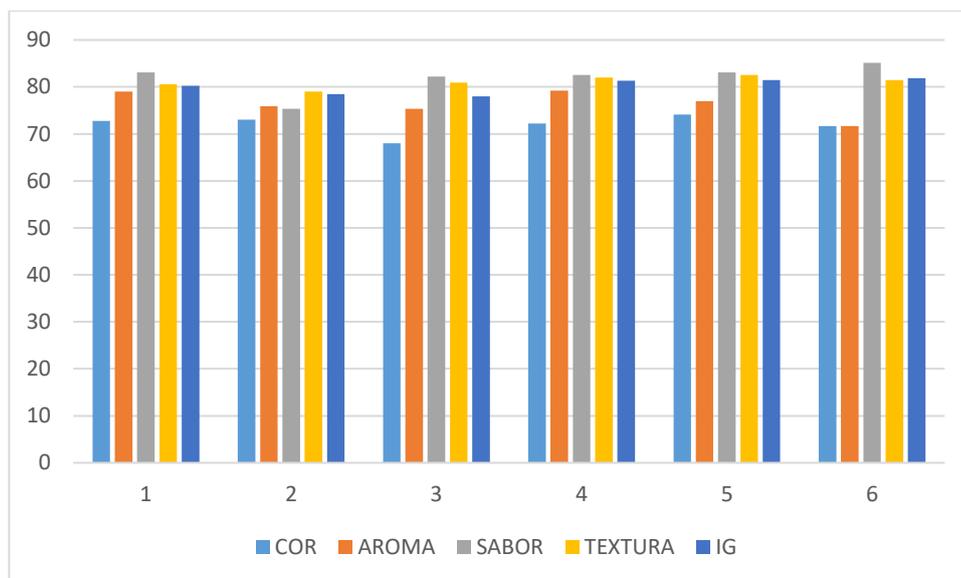
Todos os atributos não apresentaram diferenças significativas entre as formulações de mortadela com substituição total ou parcial de toucinho por gelatina, evidenciando que a substituição ou redução de gordura não influenciou na percepção sensorial desses atributos.

Os atributos cor e aroma apresentaram as menores médias (6,55, 6,58, 6,11, 6,50, 6,68 e 6,45), que podem ser melhorados através da adição de ingredientes. De acordo com Terra (1998), a cor também pode ser desenvolvida através do aumento da temperatura e do tempo de cozimento, que acelera o desenvolvimento da cor de cura. Portanto, é necessário melhor controle no método de cozimento. No caso do presente trabalho, não foi utilizado um processo adequado para o desenvolvimento da cor devido principalmente ao tempo médio de processamento ter sido pequeno (40 minutos) quando comparado com o que sugere Orsolin (2013), geralmente um tempo de aproximadamente 190 minutos para o cozimento de produtos emulsionados.

Desta forma, os resultados demonstraram que a redução de gordura na mortadela proporcionou um produto de boa aceitação pelo consumidor, ou seja, o produto apresentou as propriedades esperadas de mortadela e ainda superou o produto controle, pois é um produto com teor reduzido de gordura.

### 5.4.1 Índice de Aceitabilidade

A Figura 2 apresenta o índice de aceitabilidade das formulações de mortadela com substituição total ou parcial de toucinho por gelatina de pele de Tilápia-do-Nilo.



**Figura 2 – Índice de aceitabilidade das formulações de mortadela com substituição total ou parcial de toucinho por gelatina de pele de Tilápia-do-Nilo**

Como se pode verificar na Figura 2, as amostras atingiram o índice mínimo de aceitabilidade (70%). Somente para o atributo cor da formulação 3, o índice de aceitabilidade ficou abaixo de 70%. Portanto, em termos de propriedades sensoriais, todas as amostras podem ser consideradas aceitas.

## 6 CONCLUSÃO

Conclui-se que é possível a fabricação de mortadelas com substituição total ou parcial de toucinho por gelatina obtida a partir da pele de Tilápia-do-Nilo.

A gelatina extraída apresentou alto teor de proteínas (86,4%), se comparados com outros trabalhos.

As formulações se apresentaram satisfatórias em relação aos parâmetros físico-químicos e não apresentaram diferença significativa entre os atributos pH, cor objetiva ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), PPC e EE. Os únicos parâmetros que apresentaram diferença significativa foram lipídeos e dureza, onde pode-se verificar que a elevação do teor de gordura provoca diminuição nos valores de dureza, se comparado com os valores para as formulações com gelatina.

Os resultados sensoriais e o índice de aceitabilidade, que ficou acima de 70%, demonstraram que a redução de gordura nas formulações de mortadela resultou em um produto viável sensorialmente e tecnologicamente, permitindo uma redução na concentração de gordura do produto em relação ao produto convencional.

## 7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Considerando-se os resultados do presente trabalho, sugere-se para novos trabalhos os seguintes estudos:

- Melhorar a cor do produto final.
- Elaborar as formulações em condições mais controladas e comparar com os valores apresentados neste trabalho.
- Obter gelatina a partir da pele de tilápia com outros métodos e aplicar nas formulações.
- Extrair gelatina de pele de outras espécies de peixes e aplicar nas formulações de mortadela.
- Aplicar gelatina obtida a partir da pele de Tilápia-do-Nilo em outras emulsões cárneas.

## 8 REFERÊNCIAS

ALFARO, A. T. **Otimização das condições de extração e caracterização da gelatina de pele de tilápia (*Oreochromis urolepis hornorum*)**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Universidade Federal de Pelotas, 2008.

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

BARROS NETO, E. P.; SCARMINIO, I. S.; BRENS, R. E. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. Campinas/SP, Unicamp, 2002.

BLANCK, D.V. **Polimorfismo no intron 1-*psf* do gene do hormônio do crescimento em linhagens de tilapia do nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2008. 53f. Dissertação (Programa de Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2008.

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

BORDIGNON, A. C. **Caracterização da pele e da gelatina extraída de peles congeladas e salgadas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, 2010.

BORDIGNON, A.; FRANCO, M.L.R.S.; YAJIMA, E.M.; GASPARINO, E.; VESCO, A. P. D.; MILCHA, J.M.G; VISENTAINER, J.V. Aproveitamento de peles de Tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*) congeladas e salgadas para extração de gelatina em processo batelada. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, 2012.

BORGHETTI, N.R.B., OSTRENSKY, A., BORGHETTI, J.R. **Aquicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Fundação Biblioteca Nacional, 2003.

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

BORTOLUZZI, R. C.; **Aplicação da fibra obtida da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango**, 2009. Disponível em:

<[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-13072009-214817/en.php](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-13072009-214817/en.php)>. Acesso em: 22 out. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa Nº 4, de 31/03/2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Mortadela. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 02 de Janeiro de 2001.

BREWER, M. S.; PETERSON, W. J.; CARR, T. C.; MCCUSKER, R.; NOVAKOFSKI, J. Thermal gelation properties of myofibrillar protein and gelatina combinations. **Journal of Muscle Foods**, v. 16, n. 2, p. 126-140, 2005.

BUENO, C. M. M. **Extração e caracterização de gelatina de pele de tilápia e aplicação como agente encapsulante de óleo de salmão em micropartículas obtidas por coacervação complexa**. Dissertação (Programa de Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

BUENO, C. M.; ALVIM, I. D.; KOBERSTEIN, T. C. R. D.; PORTELLA, M. C.; GROSSO, C. Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 65-73, 2011.

CENCI, D. F. **Estudo da influência de variáveis do processo emulsificação de mortadela de frango**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos). Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões Uri Erechim, 2013.

CHO S.M; GU Y.S.; KIM S.B.; Extracting optimization and physical properties of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) skin gelatina compared to mammalian gelatins. **Food Hydrocolloids**, v.19, p.221-229, 2005.

CHOI, S.S., REGENSTEIN, J.M. Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatina. **Journal of Food Science**, v.65, p.194-199, 2000.

DEVITTE, S. L.; DINON, S.; **Mortadela adicionada de fibras pela adição de biomassa de banana verde e linhaça e substituição parcial da gordura por**

**carragena e pectina**. 2011. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2011.

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

EMBRAPA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2012.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016.

FAROUK, M.M.; FROST, D.A.; KRSINIC, G.; WU, G. Phase TTP ior, rheology and microstructure of mixture meat proteins and kappa and iota carrageenans. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 25, p. 1627-1636, 2011.

FERREIRA, M. F. **Extração e caracterização de gelatina proveniente de subprodutos do frango: pés**. 2013. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

FERREIRA, M. F.; SILVA, A. T.; ROBBS, P. G.; GASPAR, A.; SCHMELZER-NAGAL, W. Avaliação físico-química de salsichas tipo Viena com substituição de gordura animal por óleo de girassol. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2003.

FILHO, R.B.; OLIVEIRA, C.P.; GOMES, Q.O. Elaboração de hambúrguer bovino adicionado de inulina como ingrediente funcional prebiótico e substituto de gordura. **Revista Verde** (Mossoró – RN), v.7, n.4, p.33-37, out-dez, 2012.

GÓMEZ-GUILLÉN M.C. et al. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study. **Food Hydrocolloids**, v.16, p.25-34, 2002.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; GIMÉNEZ, B.; LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; MONTERO, M. P. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1813-1827, 2011.

GUERRA, I. C.C.D. **Efeito do teor de gordura na elaboração de mortadela utilizando carne de caprinos e de ovinos de descarte**. 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

GUIMARÃES, C. F. **Formulação e caracterização de mortadelas com adição de fibras funcionais e redução de gordura**. 2011. 130p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2011.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, 49 (4), 1998, p. 447-457.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

JAMILAH, B.; HARVINDER, K. G. Properties of gelatins from skins of fish – black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis nilotica*). **Food Chemistry**. v. 77, p. 81-84, 2002.

JONES, N. R. Uses of gelatin in edible products. In: WARD, A. G.; COURTS, A. The science and technology of gelatin. London: **Academic Press**, p. 365-394, 1977.

JONGJAREONRAK, A.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; TANAKA, M. Skin gelatin from bigeye snapper and brownstripe red snapper: chemical compositions and effect of microbial transglutaminase on gel properties. **Food hydrocolloids**, v. 20, p. 1216-1222, 2006.

JONGJAREONRAK, A.; RAWDKUEN, S.; CHAJIAN, M.; BENJAKUL, S.; OSAKO, K.; TANAKA, M. Chemical compositions and characterization of skin gelatin from farmed giant catfish (*Pangasianodon gigas*). **Food Science and Technology**, v. 43, p.161-165, 2010.

KARIM, A. A.; BHAT, R. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n.3, p. 563-576, 2009.

KITTIPHATTANABAWON P, BENJAKUL S, VISESSANGUAN W, NAGAI T, TAKANA M. Characterisation of acid-soluble collagen from skin and bone of bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). **Food Chemistry**, p. 363–72, 2005.

KOŁODZIESJSKA, I. et al. Effect of extracting time and temperature on yield of gelatin from different fish offal. **Food Chemistry**, p. 700-706, 2008.

MADRUGA, M.S.; ELMORE, J.S.; ORUNA-CONCHA, M.J.; BALANGIANNIS, D.; MOTTRAM, D.S. Determination of some water-soluble aroma precursors in goat meat and their enrolment on flavour profile of goat meat. **Food Chemistry**, London, v. 123, p. 513-520, 2010.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. Sensory evaluation techniques. 3. ed., Flórida – USA: **CRC Press**, 1999, 281p.

MOLINARI, M. C.; **Extração e caracterização de gelatina a partir de subprodutos de tilápia**. 2014. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

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

MONTERO, P., GÓMEZ-GUILLÉN, M.C. Extracting conditions for Megrim (*Lepidorhombus bosci*) skin collagen affect functional properties of the resulting gelatin. **Journal of Food Science**, v.65, p.434-438, 2000.

MPA. A Pesca no Brasil. Ministério da Pesca e Aquicultura, 2013.

MPA. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. Ministério da Pesca e Aquicultura, 2011.

MPA. Pesca Artesanal. Ministério da Pesca e Aquicultura, 2011.

OLIVEIRA, F. D; COELHO, A. R; BURGARDT, V. C. F; HASHIMOTO, E. H; LUNKES, A. M; MARCHI, J. F; TONIAL, I. B. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Food Technology**, Campinas, v.16, n. 3, p. 163-174, jul/set. 2013.

OLIVO, R. **O mundo do Frango**: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma. Editora Varela, 2006. 680p.

OLIVO, R.; SOARES, A.L.; IDA, E.I.; SHIMOKOMAKI, M. Dietary vitamin e inhibits poultry pse and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, v.25, n.4, 271-283, 2001.

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

ORDÓÑEZ, J. A. O. **Tecnologia de Alimentos**: alimentos de origem animal. v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005.

ORSOLIN, D. **Redução do tempo no processo de cozimento de mortadela avaliando a qualidade final do produto**. 2013. 67p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos), Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Erechim, 2013.

PARKS, L.L.; CARPENTER, J.A. Functionality of six non meat proteins in meat emulsion systems. **Journal of Food Science**, Malden, v. 52, N.2, p. 271-274, 1987.

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

RAO, B. R.; HENRICKSON, R. L. Food grade hide collagen in bologna effect on functional properties, texture and color. **Journal of Food Quality**, p. 1-10, 1983.

RIISPOA – Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem animal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Seção VI – Conservas, Artigo 433, 1997.

ROSSI, G. M. T.; **Estudo da Redução do Cloreto de Sódio (NaCl) em embutidos de massa fina: salsicha**. 2014. 44p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos), Departamento de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

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

SARIÇOBAN, C.; YILMAZ, M. T.; KARAKAYA, M. Response surface methodology study on the optimisation os effects of fat, wheat bran and salto n chemical, textural and sensory properties of patties. **Meat Science**, v. 83, p. 610-619, 2009.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. 236 p.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; ALVES JÚNIOR, A.J.; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, v.35, p.421-463, 2012.

SILVA, L. P. **Avaliação do prazo de vida comercial de lingüiça de frango preparada com diferentes concentrações de polifosfato**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói - RJ, 2004.

SHONGCHOTIKUNPAN, P.; TATTIYAKUL, J. SUPAPHOL, P. Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. **International Journal of Biological Macromolecules**. v.42, p.247-255, 2008.

SOUZA, M. L. et al., Histologia da pele de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e testes de resistência do couro. **Acta Scientiarum Aniaml Sciences**, v.25, n.1, p. 37-44, 2003.

SONGCHOTIKUNPAN, P.; TATTIYAKUL, J.; SUPAPHOL, P. Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. **International Journal Biological Macromolecules**, v. 42, p. 247-255, 2008.

SPADA, F. P. **Redução dos níveis de gordura em mortadella bologna e sua influência sensorial em provadores de diferentes idades**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2013.

TAVAKOLIPOUR, H. Extraction and evaluation of gelatin from silver carp waste. **World Journal of Fish and Marine Sciences**, v. 3, n. 1, p. 10-15, 2011.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P.A.; **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987.

TERRA, N. N.; **Apontamentos sobre Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo. Unisinos, 1998.

TRINDADE, F. **Desenvolvimento de biofilmes de gelatina de pele de pescado e aplicação para conservação de frutas**. Relatório Final de Atividades (Programa Institucional de Iniciação Científica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão, 2010.

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S. [2006] Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. Instituto de Pesca. Available at: <<http://www.pesca.sp.gov.br>>. Acesso em: 10 out 2016.

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

ZIEGLER, G. R.; ACTON, J. C. Mechanism of gel formation by proteins of muscle tissue. **Food Technology**, v. 38, n. 5, p. 77-82, 1984.

## ANEXO A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

**Título da pesquisa:** Aplicação de Colágeno de Pele de Tilápia-do-Nilo em Mortadela.

**Pesquisador(es), com endereços e telefones:**

Julia Mayumi Nishiyama Mimura

Rua Ponta Grossa, 748, CEP: 87310-072 – Campo Mourão – PR

Celular: (44) 9922-6022

**Orientadora:**

Profa. Dra. Adriana Aparecida Droval.

Via Rosalina Maria dos Santos, 1233, CEP: 87301-899, Caixa Postal: 271. Campo Mourão – Paraná

Telefone : (44) 3518-1431 Celular : (44) 9974-3399

**Local de realização da pesquisa:**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Campo Mourão

Via Rosalina Maria dos Santos, 1233 - Campo Mourão - PR – Fone: 44- 3518-1400

#### A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

##### 1. Apresentação da pesquisa.

Dentre as inúmeras espécies de peixe de água doce, a mais cultivada no Brasil é a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Durante as etapas da cadeia produtiva da piscicultura, uma quantidade significativa de resíduos orgânicos são gerados, como carcaça, cabeça e a pele/couro. Da pele de Tilápia se extrai o colágeno, proteína do tecido conjuntivo, o qual possui como característica a sensibilidade à ação da água quente, transformando-se em gelatina. Devido as suas propriedades como extensor, umidificante e potencializador da textura, o colágeno influencia de forma preponderante na textura da carne e de seus derivados. Alguns autores sugerem que o colágeno exibe características semelhantes de ligação de água e gordura em relação a actina e miosina (proteínas miofibrilares), as principais proteínas na estabilidade de emulsões e outros produtos cárneos processados. Por esta razão, tem enorme potencial de aplicação em embutidos emulsionados como mortadela, salsichas, patês, entre outros.

##### 2. Objetivos da pesquisa.

Aplicar colágeno extraído da pele de Tilápia-do-Nilo (*Oreochmis niloticus*) em mortadela e avaliar a aceitação sensorial e as características físico-químicas.

### **3. Participação na pesquisa**

Serão aplicados testes sensoriais com 100 provadores adultos, maiores de 18 anos, alunos, docentes ou técnicos administrativos da UTFPR campus Campo Mourão. Os provadores receberão amostras de mortadela, realizando com estas o teste de aceitação, onde indicarão em uma escala hedônica (1 a 9 pontos), o quanto gostaram ou desgostaram do produto.

### **4. Confidencialidade.**

Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o (a) pesquisador (a) e o (a) orientador (a) terão conhecimento dos dados.

### **5. Desconfortos, Riscos e Benefícios.**

**5a) Desconfortos e ou Riscos:** Os produtos terão assegurada sua qualidade microbiológica, antes de serem submetidos à análise sensorial. Portanto, os riscos para o provador estão relacionados a possibilidade de não gostar do produto ou se sentir constrangido em participar do teste. Neste caso, o provador pode desistir da análise sensorial em qualquer momento.

#### **5b) Benefícios:**

Não há benefícios diretos ao participante da pesquisa.

No entanto, o desenvolvimento de alimentos com teor reduzido de gordura possibilitará ao consumidor a oferta de um alimento mais saudável e com melhores propriedades funcionais para a indústria.

### **6. Critérios de inclusão e exclusão.**

#### **6a) Inclusão:**

Indivíduos maiores de 18 anos, de ambos os sexos, consumidores habituais de produtos cárneos industrializados e peixe, alunos e/ou servidores da UTFPR, campus Campo Mourão.

#### **6b) Exclusão:**

Serão excluídos desta pesquisa indivíduos alérgicos a qualquer um dos ingredientes da formulação; Pessoas que estejam com algum tipo de doença que possa interferir nos resultados finais das análises sensoriais (gripes ou resfriados e crise de rinite alérgica).

### **7. Ressarcimento ou indenização.**

Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade. Você não será remunerado ou ressarcido por isso. Caso ocorram perdas ou danos comprovadamente decorrentes de sua participação na pesquisa, indenizações podem ocorrer como previsto na Resolução 466/2012.

## **B) CONSENTIMENTO**

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo. Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome: \_\_\_\_\_  
RG: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento: \_\_/\_\_/\_\_  
Telefone: \_\_\_\_\_  
Endereço: \_\_\_\_\_  
Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_  
Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura/pesquisador: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
Nome: Julia Mayumi Nishiyama Mimura

### **Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado**

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310- 4943, e-mail: coep@utfpr.edu.br

**OBS:** este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.

## ANEXO B

### Teste de aceitação

NOME:

DATA:

1. Você está recebendo uma amostra codificada de mortadela. Avalie a amostra utilizando a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou para os seguintes atributos: Avaliação Global, Sabor, Textura e Cor.

(9) gostei muitíssimo

(8) gostei muito

(7) gostei moderadamente

(6) gostei ligeiramente

(5) não gostei e nem desgostei

(4) desgostei ligeiramente

(3) desgostei moderadamente

(2) desgostei muito

(1) desgostei muitíssimo

**Código da amostra** \_\_\_\_\_

Notas: Avaliação global \_\_\_\_\_ Sabor \_\_\_\_\_ Cor \_\_\_\_\_ Textura \_\_\_\_\_

Comentários: \_\_\_\_\_