

UNIVERSIDADE TECNÓLOGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS CAMPO MOURÃO
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

GIOVANI PEREIRA SCHUROFF

**COMPLEMENTAÇÃO DA COMPOSIÇÃO AMINOACÍDICA DA GELATINA
EXTRAÍDA DA PELE DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) COM
PROTEÍNA MIOFIBRILAR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2017

GIOVANI PEREIRA SCHUROFF

**COMPLEMENTAÇÃO DA COMPOSIÇÃO AMINOACÍDICA DA GELATINA
EXTRAÍDO DA PELE DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) COM
PROTEÍNA MIOFIBRILAR**

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.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Aparecida Droval

Co-Orientadora: Profa. Dra. Renata H. Barros Fuchs

CAMPO MOURÃO
2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão

Departamento Acadêmico de Alimentos
Engenharia Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

COMPLEMENTAÇÃO DA COMPOSIÇÃO AMINOACÍDICA DA GELATINA EXTRAÍDO DA PELE DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) COM PROTEÍNA MIOFIBRILAR

Por

GIOVANI PEREIRA SCHUROFF

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado dia 23 de junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.^a Dr.^a Adriana Aparecida Droval

Orientadora

Prof.^a Dr.^a Leila Larisa Medeiros Marques

Membro da Banca

Prof.^a Dr.^a Ailey Aparecida Coelho Tanamati

Membro da Banca

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da UTFPR campus Campo Mourão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por sua infinita misericórdia, por ter vindo ao meu encontro em minhas orações, por ter sido meu consolo nos momentos de aflição, pela sabedoria, calma e tranquilidade durante o desenvolvimento deste trabalho e por ter sempre me conservado de pé diante de todas as dificuldades.

Aos meus pais, Jane e Francisco, por não terem medido esforços na minha educação, por ter me transmitido as melhores noções de caráter, amor, bondade, respeito e pela confiança transmitida a mim.

Aos meus irmãos, Gabriela e Guilherme, por serem parte da minha caminhada, pela união, pelo amor e por estarem sempre comigo.

À minha orientadora, Profa. Dra. Adriana Aparecida Droval, pela paciência na orientação, incentivo e ensinamentos que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

À professora Dra. Renata Fuchs pelos ensinamentos, ajuda e disposição para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos meus familiares e amigos não menos importantes, que, embora não tenham sido mencionados individualmente possuem toda minha gratidão.

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

RESUMO

SCHUROFF, Giovani Pereira. **Complementação da composição aminoacídica da gelatina extraída da pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com proteína miofibrilar**. 2017. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das principais espécies de peixes cultivadas no Brasil, representando cerca de 41% da piscicultura nacional. Um dos maiores problemas na cadeia produtiva da pesca é a grande quantidade de resíduos gerados após a filetagem, que podem chegar a 70%. Vários produtos podem ser obtidos a partir de coprodutos do pescado como, por exemplo, os isolados proteicos, gelatina, colágeno entre outros. O objetivo deste trabalho foi realizar a complementação aminoacídica de farinha de gelatina extraída da pele de tilápia do Nilo com farinha de proteína miofibrilar extraída da carne mecanicamente separada (CMS) deste peixe, para posteriormente poder ser usado como suplemento nutricional. Determinou-se a composição centesimal das proteínas em estudo (farinhas de gelatina e proteína miofibrilar). A complementação aminoacídica foi realizada segundo o estudo do escore químico da farinha de gelatina extraída com a proteína miofibrilar para obtenção de uma mistura proteica de elevada qualidade nutricional. A composição centesimal da farinha de gelatina foi 86,4% de proteínas, 4,19% de lipídios, 7,12% de umidade e 2,12% de cinzas. Já para a farinha de proteína miofibrilar os teores foram 87,25% de proteínas, 6,82% de lipídios, 4,18% de umidade e 1,72% de cinzas. Verificou-se pela determinação do escore químico da proteína da farinha de gelatina, que a isoleucina foi considerado o aminoácido limitante deste produto. Após esta avaliação, determinou-se que para a farinha de gelatina tornar-se balanceada em termos de aminoácidos essenciais, é necessário acrescentar 58,12g (33,42%) de farinha de proteína miofibrilar à 115,74g (66,57%) de farinha de gelatina, o que aumenta o teor de isoleucina da mistura em nível igual ao encontrado na proteína padrão da FAO. Foi possível obter as farinhas de gelatina extraída da pele da tilápia do Nilo e da proteína miofibrilar e determinar a composição centesimal das mesmas. A partir do estudo do escore químico de aminoácidos e da composição centesimal foi possível complementar a qualidade proteica da farinha de gelatina através da adição da farinha de proteína miofibrilar, obtendo uma mistura com quantidades de aminoácidos essenciais corretas para a nutrição humana de acordo com a FAO. Esta mistura, devido seu valor proteico e aminoácidos presentes, poderia ser utilizada na elaboração de um suplemento nutricional.

Palavras-chaves: Isolado proteico; Suplemento nutricional; Escore químico.

ABSTRACT

SCHUROFF, Giovani Pereira. **Complementation of the amino acid composition of gelatine extracted from the skin of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with myofibrillar protein.** 2017. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of the main fish species cultivated in Brazil, accounting for about 41% of national fish farming. One of the biggest problems in the fishing chain is the large amount of waste generated after filleting, which can reach 70%. Various products can be obtained from co-products of fish such as protein isolates, gelatine, collagen and others. The objective of this work was to perform the amino acid complementation of gelatin meal extracted from the Nile tilapia skin with myofibrillar protein meal extracted from the mechanically separated meat (CMS) of this fish, for later use as a nutritional supplement. The centesimal composition of the proteins under study (gelatine flours and myofibrillar protein) was determined. Amino acid complementation was performed according to the chemical score of the extracted gelatine meal with the myofibrillar protein to obtain a protein mixture of high nutritional quality. The centesimal composition of the gelatin meal was 86.4% protein, 4.19% lipid, 7.12% moisture and 2.12% ash. For myofibrillar protein meal, the contents were 87.25% of proteins, 6.82% of lipids, 4.18% of humidity and 1.72% of ashes. It was verified by determination of the chemical score of the gelatin flour protein that isoleucine was considered the limiting amino acid of this product. After this evaluation, it was determined that for gelatin flour to become balanced in terms of essential amino acids, it is necessary to add 58.12 g (33.42%) of myofibrillar protein meal to 115.74 g (66.57%) of gelatine flour, which increases the isoleucine content of the blend to a level equal to that found in the FAO standard protein. It was possible to obtain the gelatine flours extracted from the skin of the Nile tilapia and the myofibrillar protein and to determine their centesimal composition. From the study of the chemical score of amino acids and the centesimal composition it was possible to complement the protein quality of the gelatine meal through the addition of myofibrillar protein flour, obtaining a mixture with quantities of essential amino acids correct for human nutrition according to FAO. This mixture, due to its protein value and amino acids present, could be used in the elaboration of a nutritional supplement.

Keywords: Protein isolate; Nutritional supplement; Chemical score

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 AQUICULTURA E COPRODUTOS GERADOS NA INDUSTRIALIZAÇÃO DE PESCADO	14
3.2 PROTEÍNAS DO TECIDO CONJUNTIVO	15
3.3 GELATINA	17
3.4 PROTEÍNA MIOFIBRILAR	18
3.5 SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS PROTEICOS	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 MATÉRIA-PRIMA	22
4.2 EXTRAÇÃO DA GELATINA	22
4.3 EXTRAÇÃO DA PROTEÍNA MIOFIBRILAR	24
4.4 DETERMINAÇÃO DO ESCORE QUÍMICO DE AMINOÁCIDOS	26
4.5 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL PROXIMAL	27
4.5.1 UMIDADE	27
4.5.2 CINZAS	27
4.5.3 PROTEÍNAS	28
4.5.4 LÍPIDIOS	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
5.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL PROXIMAL	29
5.2 DETERMINAÇÃO DO ESCORE QUÍMICO	31
6. CONCLUSÃO	35
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cocção das peles de tilápia	23
Figura 2 - Gelatina cortada após 24 horas de resfriamento	23
Figura 3 - Gelatina seca após 48 horas em estufa.....	24
Figura 4 - Farinha da gelatina	24
Figura 5 - Proteína miofibrilar após a secagem.....	25
Figura 6 – Farinha de proteína miofibrilar.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição centesimal proximal da gelatina e da proteína miofibrilar	29
Tabela 2 – Composição de aminoácidos essenciais das proteínas estudadas (g/100g de proteína).....	32
Tabela 3 – Escore químico dos aminoácidos essenciais presentes na composição da gelatina e da proteína miofibrilar	33
Tabela 4 – Composição aminoacídica das proteínas das farinhas, da mistura entre elas e seu escore químico.....	34

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é um setor que tem crescido mundialmente nos últimos 50 anos. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das principais espécies cultivadas no Brasil, representando cerca de 41% da piscicultura nacional, devido à sua fácil adaptação ao clima tropical do país, sua resistência a baixos níveis de oxigênio dissolvidos na água, rápido crescimento, ser de fácil reprodução e possuir uma carne de sabor agradável (SINDIRURAL, 2015).

Um dos maiores problemas na cadeia produtiva da pesca é a grande quantidade de resíduos gerados após a filetagem. No caso da tilápia, os resíduos chegam a 70% durante a produção do filé, sendo distribuídos em cabeça, carcaça, vísceras e pele. O interesse em aproveitar estes resíduos de forma produtiva e eficaz, vem sendo cada vez maior (BUENO *et al.*, 2011).

Vários produtos podem ser obtidos a partir de rejeitos de pescado como, por exemplo, hidrolisados proteicos, extração de gelatina e colágeno, reduzindo os problemas ambientais e aumentando o faturamento das empresas. Com isto, a grande quantidade de colágeno presente na pele de tilápia indica uma alternativa para o aproveitamento deste subproduto na produção de gelatina (SILVA *et al.*, 2011).

Outra alternativa para o aproveitamento destes rejeitos é a utilização da carcaça do peixe como matéria-prima para a obtenção da carne mecanicamente separada, conhecida como CMS (KUBITZA e CAMPOS, 2006; VIDAL *et al.*, 2011). A CMS (carne mecanicamente separada) é uma das alternativas tecnológicas de melhor aproveitamento da parte comestível do pescado, gerando um produto cárneo, composto basicamente de proteína miofibrilar, de alto valor nutricional, isento de vísceras, escamas, ossos e pele (TENUTA FILHO e JESUS, 2003). As proteínas miofibrilares são representadas pela miosina, actina, proteína C, proteína M, tropomiosina, α -actina e β -actina. São proteínas que formam os miofilamentos grossos e finos que constituem a miofibrila, organela que desempenha a função de contração muscular, e representam 52% a 56% das proteínas musculares. Essas proteínas apresentam na sua composição todos os aminoácidos essenciais (SGARBIERI, 1996).

Além da CMS outros coprodutos rentáveis podem ser obtidos, como o colágeno, extraído da pele e dos tendões. O colágeno é a principal proteína estrutural do reino animal, e estima-se que após a filetagem do pescado, há uma grande quantidade desta proteína. Esta proteína é um importante constituinte estrutural de vertebrados e invertebrados, sendo a maior proteína presente na estrutura de mamíferos como na pele, tendões, cartilagens, ossos e tecido conectivo em geral (ALFARO, 2008; KUHN e SOARES, 2002).

A extração tradicional de gelatina é feita a partir da hidrólise parcial do colágeno animal contido na pele e ossos de mamíferos, principalmente suínos e bovinos, porém, devido a problemas sanitários, doenças relacionadas a bovinos como a encefalopatia espongiforme bovina (BSE – conhecida popularmente pela doença da vaca louca) e também ao grande consumo em países onde o judaísmo e o islamismo são religiões predominantes, a busca por outras fontes de gelatina como de subprodutos de frango e de pescado tem aumentado grandemente (ALFARO, 2008; TRINDADE, 2010; SILVA *et al.*, 2011).

Pode-se obter gelatina a partir da conversão do colágeno em meio ácido (tipo A) ou em meio alcalino (tipo B). O processo de obtenção consiste basicamente no tratamento da matéria-prima, extração da gelatina e, por fim, purificação e secagem. As propriedades físico-químicas e estruturais são determinantes para definir a aplicabilidade e também as propriedades funcionais do produto (SILVA *et al.*, 2011).

Porém o colágeno não é uma proteína balanceada, seu valor nutricional é baixo porque aminoácidos essenciais, tais como triptofano, tirosina e cistina, estão presentes em baixos teores ou ausentes, enquanto que glicina, prolina, hidroxiprolina e arginina estão em altos níveis (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2006).

Shimokomaki *et al.*, (2006) destacam ainda que, o consumo de altos teores de colágeno pode causar desbalanceamento nutritivo e consequente perda de massa corpórea. No entanto, pode-se combinar a adição do colágeno na alimentação humana ou animal, para suplementar a dieta com alguns aminoácidos, de modo a melhorar o balanço nutricional.

Consequentemente a ingestão do colágeno deve ser combinada com outra proteína ou misturas de proteínas, com o intuito de aumentar assim seu

valor nutritivo (PRESTES, 2013; ZIEGLER e SGARBIERI, 2009). Como exemplo de fontes de proteínas que poderia complementar a composição aminoacídica do colágeno, para suprir as necessidades dos aminoácidos ausentes, tem-se as proteínas miofibrilares extraídas da carne, as proteínas isoladas do soro de leite bovino, a proteína isolada da soja, entre outras fontes (ZIEGLER e SGARBIERI, 2009).

O presente trabalho teve por objetivo realizar a complementação da composição aminoacídica da gelatina extraída da pele de tilápia com proteína miofibrilar extraída da CMS de tilápia do Nilo, e a composição centesimal proximal das farinhas elaboradas (gelatina e proteína miofibrilar).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar a complementação da composição aminoacídica da farinha de gelatina da pele de tilápia do Nilo, com farinha de proteína miofibrilar extraída da CMS.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair a gelatina da pele de tilápia do Nilo, desidratar e obter a farinha do produto;
- Extrair a proteína miofibrilar da CMS (carne mecanicamente separada) de tilápia do Nilo, desidratar e obter a farinha do produto;
- Determinar a composição centesimal proximal das farinhas elaboradas;
- Determinar o escore químico de aminoácidos das proteínas extraídas (gelatina e miofibrilar);
- Realizar os cálculos para a complementação da composição de aminoácidos da farinha de gelatina, com a adição de farinha proteína miofibrilar, para obter a mistura proteica de elevada qualidade nutricional;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 AQUICULTURA E COPRODUTOS GERADOS NA INDUSTRIALIZAÇÃO DE PESCADO

Aquicultura é a produção em cativeiro de seres que vivem em ambientes aquáticos, em qualquer estágio de desenvolvimento. Inclui a piscicultura (criação de peixes, para consumo ou para uso ornamental), carcinicultura (produção de camarões), ostreicultura (cultivo de ostras e vieiras), mitilicultura (cultivo de mexilhões) e maricultura (cultivo de algas). É uma das atividades que tem crescido mundialmente nos últimos anos, tendo influência econômica e social, por meio da produção de alimentos, geração de emprego e renda (ROSANE *et al.*, 2016)

Segundo a FAO (2016) estima-se que o Brasil deve registrar um crescimento de 104% na produção da pesca e aquicultura em 2025, sendo este o maior registrado na região, seguido de México (54,2%) e Argentina (53,9%) durante a próxima década.

A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* é um dos principais peixes cultivados no Brasil e no mundo (SIMÕES *et al.*, 2007). Estimativas indicam que a produção no Brasil aumentou 9,7% em 2015 e chegou a 219 mil toneladas entre janeiro e dezembro (IBGE, 2016).

A tilápia possui boa aceitação no mercado consumidor devido a sua carne possuir sabor e odor extremamente agradável, e por não possuir espinho na forma de Y (mioceptos) (BOSCOLO *et al.*, 2005). Ela é uma das principais espécies produzidas, pois oferece uma excelente adequação aos sistemas de produção, facilidade de reprodução e crescimento rápido (4 a 7 meses, dependendo da temperatura) (FITZSIMMONS, 2000).

No Brasil, o aproveitamento de resíduos da industrialização de pescado é considerado baixo. Normalmente, esses resíduos são acumulados em tanques sem receber qualquer tipo de tratamento, ocasionando uma má qualidade higiênica ou são descartados nas imediações do local de processamento, contribuindo para a contaminação ambiental (SEIBEL; SOUZA-SOARES, 2003).

São considerados, resíduos do processamento do pescado, as partes escuras do músculo, cabeça, carcaça, ossos, escamas e vísceras (RAMÍREZ, 2007). Além disso, o resíduo de pescado apresenta compostos bioativos, amplamente reconhecidos pelas suas propriedades promotoras da saúde e pelas aplicações tecnológicas. Deste modo, aplicada a tecnologia adequada, este material residual pode ser convertido em produtos comerciais ou matéria prima para processos secundários (FERRAZ DE ARRUDA *et al.*, 2007).

O termo coproduto refere-se a todos os resíduos e sobras gerados no processamento de alimentos, sendo que estes são ricos em proteínas e frações lipídicas, vitaminas e sais minerais (RUSTAD, 2003)

Um coproduto bastante promissor dentre os produtos que já estão sendo elaborados, é a carne mecanicamente separada (CMS) que é obtida da carne que encontra-se aderida à carcaça, ou espinhaço de peixe. Este coproduto possui grande valor agregado, pois é uma alternativa para a obtenção de outros produtos, como por exemplo, a venda em conjunto com as carcaças para produção de ração, farinha de peixe e também produtos industrializados como nuggets, empanados, entre outros (FREITAS *et al.*, 2000).

Uma das formas de aproveitar os resíduos do processamento da tilápia é pela produção de gelatina, um produto que possui diversas aplicações tecnológicas garantindo um maior aproveitamento e conseqüentemente maior lucro (GÓMEZ-GUILLÉN *et al.*, 2002).

3.2 PROTEÍNAS DO TECIDO CONJUNTIVO

O colágeno é uma família de proteínas fibrosas encontradas em todos os animais multicelulares. É amplamente distribuído em quase todos os órgãos de vertebrados e é o principal elemento estrutural da pele, ossos, tendões, cartilagens, vasos sanguíneos, dentes, e a córnea (OGAWA *et al.*, 2003).

O termo colágeno é derivado do grego, kolla (cola) e geno (produção), seu significado mais usual seria a produção de cola animal, a partir de diferentes matérias primas (BORDIGNON, 2010). Suas formas podem variar, apesar de serem encontrados em todo corpo, sua organização e seus tipos são determinados pelo papel estrutural que o colágeno desempenha em cada

órgão específico. Uma típica molécula de colágeno é longa, com estrutura rígida, em que três cadeias polipeptídicas (referidas como “cadeias α ”) estão torcidas, uma em volta da outra, de forma semelhante a uma corda de tripla hélice (CHAMPE; HARVEY; FERRIER, 2009). É classificado em estriado (fibroso), não fibroso (formador de rede), microfibrilar (filamentoso) e associado às fibrilas. Dentre os diversos tipos de colágenos já identificados, pode-se observar a presença dos tipos I, III, IV, V, VI, XII e XIV na musculatura esquelética dos animais, sendo que os tipos I e III se encontram em maiores proporções (PRESTES, 2013).

O colágeno tipo I é o mais encontrado nos peixes. É uma proteína macromolecular, constituída por três cadeias polipeptídicas de tamanhos iguais que, em sua porção central, estão sob a forma helicoidal e, nas extremidades amínicas e carboxílicas, permanecem na forma globular (SWAN; TORLEY, 1991). Deste modo, a dureza da carne aumenta na medida em que o animal envelhece, graças as pontes cruzadas intermoleculares que estabilizam a estrutura das fibrilas colagenosas, devido a estas porções globulares existentes (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001).

A partir do colágeno tipo I são comumente obtidos o colágeno parcialmente hidrolisado (gelatina) e o colágeno hidrolisado. A diferença entre o colágeno hidrolisado e a gelatina é que o colágeno hidrolisado dissolve-se em água ou salmoura e a grande maioria não apresenta capacidade de gelificação (DAMORADAN *et al.*, 2010).

A extração do colágeno está diretamente relacionada com a rigurosidade do processo de extração e do pré-tratamento, em que o colágeno é parcialmente hidrolisado sem alterar a configuração original de tripla hélice, que depois é desestabilizada por um tratamento térmico subsequente por provocar o rompimento de ligações covalentes e de hidrogênio, o que leva a conversão do colágeno em gelatina (MONTERO; GÓMEZ-GUILLÉN, 2000).

Segundo Bordignon (2010), o colágeno possui 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. O colágeno e a gelatina apresentam diferentes formas da mesma macromolécula podendo, assim,

descrever a gelatina como um colágeno hidrolisado (BUENO, 2008). A desnaturação consiste na perda da estrutura tridimensional do colágeno e os principais agentes desta são mudanças no pH, mudanças na concentração de sal e mudanças na temperatura (SENA, 2004).

A composição de aminoácidos dessa molécula é considerada pobre para a dieta humana. Isto é causado pela quantidade de aminoácidos não-essenciais (glicina, prolina, hidroxiprolina, arginina e alanina) presentes em maior quantidade enquanto que, os aminoácidos essenciais (metionina, tirosina, histidina, cistina e triptofano) entram em pequena quantidade. Portanto, o colágeno contém apenas metade da média do teor de aminoácidos essenciais comum em proteínas não colagenosas (SWAN; TORLEY, 1991).

Entretanto, segundo Ziegler (2006), o valor nutricional da gelatina, bem como do colágeno hidrolisado só é estabelecido quando consumido em combinação com outra proteína ou misturas de proteínas, usados com a finalidade de suplemento proteico, aumentando assim seu valor nutritivo.

3.3 GELATINA

A gelatina é um polipeptídeo derivado do colágeno, que pode ser extraído tanto de mamíferos quanto da pele e carcaça do peixe, oferecendo uma diversidade de propriedades funcionais, tais como a capacidade de ligação de água, propriedades de formação de filme, formação de espuma e atividade emulsificantes, tornando-se em um ingrediente muito utilizado nas indústrias de alimentos, farmacêutica e cosmética (GÓMEZ-GUILLÉN *et al.*, 2011).

A busca por fontes alternativas de gelatina vem se caracterizando como uma questão ambiental, pois um dos problemas mais importantes da indústria do couro, por exemplo, é a geração de resíduos. No tratamento da pele bovina para a produção de gelatina, utiliza-se uma solução de soda cáustica para dissolver substâncias orgânicas indesejáveis, como gorduras e proteínas, e há a preocupação de evitar a sua eliminação como efluente (LIMA *et al.*, 2008).

Trindade (2010) afirma que a produção de gelatina de pescado mostra ser uma boa alternativa para o uso integral dos resíduos gerados pelo

processamento e sua utilização na produção de filmes comestíveis auxiliaria na redução de problemas ambientais.

O processo produtivo de obtenção da gelatina consiste de três etapas: tratamento da matéria-prima, extração da gelatina e purificação/secagem (SILVA *et al.*, 2011). A qualidade da gelatina depende das propriedades físico-químicas, das propriedades reológicas e do método de extração aplicado. O pré-tratamento ácido é adequado para matérias-primas mais frágeis como peles de suínos e peixes, por ser mais suave (BORDIGNON, 2010).

A habilidade de formação do gel é uma das mais importantes propriedades da gelatina. A gelatina entumece quando colocada em água fria, absorvendo 5 a 10 vezes seu peso em água. Ao ser aquecida em temperaturas acima do ponto de fusão, a gelatina hidratada dissolve (gelatinização) e forma gel quando exposta a temperatura mais baixas (gelificação). Esta conversão sol-gel é reversível e pode ser repetida (MAMAMI, 2004).

A gelatina é um ingrediente constituído quase inteiramente de proteína (84-85%), 9-12% de água e 1-3% de sais minerais. Possui conteúdo elevado de sódio e cálcio e traços de gordura. É uma proteína de fácil digestão e absorção, enriquecendo e variando dietas normalmente restritas, como no caso de pacientes com úlceras gástricas, pós-operatórios e diabéticos, devido à ausência de gorduras e carboidratos (ROMAN, 2007).

Arvanitoyannis (2002) caracteriza a gelatina como hidrocolóide por ser hidrofílica, ou seja, apresenta afinidade com a água. Esta característica lhe confere um papel versátil na indústria de alimentos sendo utilizada para melhorar a consistência, estabilidade e elasticidade dos produtos. Na indústria de alimentos a gelatina é bastante usada na produção de geleias, confeitos, filmes comestíveis, encapsulamento, clarificação de suco de frutas, processamento de laticínios, entre outros.

3.4 PROTEÍNA MIOFIBRILAR

As carnes são compostas de quatro tipos básicos de tecidos, são eles: tecido muscular, tecido conjuntivo, tecido epitelial e tecido nervoso. O principal componente da carne é o músculo, sendo o mais importante o músculo

esquelético devido a maior quantidade de carcaça presente e seu valor econômico (LUCHIARI FILHO, 2000).

A unidade estrutural deste músculo é a fibra muscular. As fibras musculares são constituídas de uma membrana externa (sarcolema), de um citoplasma diferenciado (sarcoplasma), que está praticamente tomado pelas miofibrilas. O tecido muscular é composto por 16-22% de proteínas, 1-13% de gorduras, 75-85% de água, 1,5% de substâncias nitrogenadas não-proteicas (nucleosídeos, creatina e outros), 1% de carboidratos e 1% de minerais (PARDI *et al.*, 1995).

De acordo com Dangaran *et al.* (2009), existem três tipos de proteínas de pescado: sarcoplasmática, estroma e miofibrilar. As proteínas miofibrilares são representadas pela miosina, actina, proteína C, proteína M, tropomiosina, α -actina e β -actina. São proteínas que formam os miofilamentos grossos e finos que constituem a miofibrila, organela que desempenha a função de contração muscular. Representam 52% a 56% das proteínas musculares (SGARBIERI, 1996).

Do ponto de vista alimentar, as proteínas miofibrilares são as principais proteínas do músculo do peixe, medindo cada fibra de 0,01 a 0,1 mm de comprimento por 1 a 2 μ m de diâmetro. São proteínas solúveis em soluções salinas de alta força iônica (OGAWA, 1999).

Ordóñez *et al.* (2002) afirmaram que todas essas proteínas presentes têm grande importância nas mudanças bioquímicas após o abate do animal e ocupam lugar de grande importância do ponto de vista nutritivo e tecnológico. Elas são as mais importantes nutricionalmente devido ao fornecimento de aminoácidos essenciais em quantidades adequadas às necessidades dos seres humanos. São as responsáveis pela capacidade de retenção de água dos alimentos. Contribuem para a capacidade de emulsificação. No animal vivo são as responsáveis pelo fenômeno de contração e relaxamento muscular e no animal morto são responsáveis pelo fenômeno da rigidez cadavérica e alterações da textura pós-morte (KOTAKI, 2005).

Normalmente, a extração de proteínas miofibrilares do músculo animal é realizada empregando-se soluções salinas, para dissolução das proteínas, e

centrifugação, para separação das frações solubilizadas, técnica essa conhecida como centrifugação diferencial (HUF-LONERGAN *et al.*, 1994).

3.5 SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS PROTEICOS

O uso de suplementos ricos em proteínas vem aumentando em grande proporção. Em busca de aperfeiçoamento do corpo ou melhorar alimentação, e até mesmo prevenir doenças relacionadas à deficiência proteica, homens e mulheres vem aderindo ao uso de suplementos (RANG *et al.*, 2011).

A ingestão de proteína ou aminoácidos, após os exercícios físicos, favorece a recuperação e a síntese muscular. Entretanto, quanto menor o intervalo entre o término do exercício e a ingestão proteica, melhor será a resposta anabólica ao exercício (HARAGUCHIL, ABREU e PAULA, 2006).

Os suplementos nutricionais são definidos como alimentos que servem para complementar, com calorias, e ou nutrientes onde sua ingestão, a partir da alimentação, seja insuficiente, ou quando a dieta requer suplementação. São comercializados em formas de líquidos, géis, comprimidos, pós ou barras, tais substâncias podem ser oriundas de plantas, vitaminas, aminoácidos, proteínas, carboidratos, entre outros (PARRA, PALMA & PIERUCCI, 2011).

A introdução de hidrolisados proteicos em alimentos iniciou-se há muito tempo, sendo que o primeiro hidrolisado enzimático protéico foi obtido comercialmente em 1914, porém em uma aplicação não relacionada com alimentos. As proteínas utilizadas mais comumente em produtos contêm hidrolisados de caseína, proteína do soro de leite e proteína de soja. Outras fontes têm sido usadas, incluindo gelatina, arroz, batata, peixe e albumina do ovo (LAHL e BRAUN, 1994). Entretanto, quando seu perfil nutricional foi plenamente entendido, os hidrolisados de gelatina passaram a ser usados na área de alimentos (CLEMENTE, 2000).

Segundo Haraguchil, Abreu e Paula (2006) um suplemento muito utilizado é a proteína do soro o leite. Esta proteína favorece o anabolismo muscular. Além disso, apresenta um perfil de aminoácidos similar ao das proteínas do músculo esquelético, fornecendo quase todos os aminoácidos em

conformidade às do mesmo, classificando-as como um excelente suplemento anabólico.

Reconhecido por conter vários aminoácidos essenciais, o hidrolisado enzimático de gelatina foi inicialmente combinado com hidrolisado de caseína, com o objetivo de produzir uma bebida nutricionalmente adequada, sendo posteriormente utilizado em dietas de emagrecimento. Também foi demonstrado por Djagny *et al.* (2001), que esses hidrolisados contêm quantidades consideráveis de alguns aminoácidos, mostrando grande potencial para aplicação como ingredientes alimentares.

Djagny *et al.* (2001) relataram que frações de gelatina contêm tirosina, histidina, metionina e ainda boa concentração de ferro e cálcio. Desta forma, o hidrolisado de gelatina altamente purificado é administrado com alguns produtos para compensar a deficiência durante o crescimento infantil e do adolescente, na gravidez e na lactação ou no tratamento da deficiência de cálcio associada com osteoporose em idosos.

4 MATERIAL E METÓDOS

4.1 MATÉRIA-PRIMA

As amostras de pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foram gentilmente cedidas pelo Pesqueiro Beline localizado na cidade de Peabiru – PR. Após o recebimento das amostras de pele, estas foram lavadas em água corrente e armazenadas em porções de 250g e levadas ao congelador à temperatura de -18°C, até o início dos procedimentos.

A CMS de tilápia foi doada pela Cooperativa Agroindustrial Consolata – COPACOL, com sede localizada na cidade de Cafelândia – Paraná, porém a unidade processadora de tilápias está localizada na cidade de Nova Aurora, Paraná.

4.2 EXTRAÇÃO DA GELATINA

Ao iniciar os procedimentos de extração da gelatina das peles, as porções de 250g eram descongeladas e lavadas novamente em água corrente para eliminar quaisquer resíduos.

A extração da gelatina foi realizada de acordo com método sugerido por Molinari (2014). O método consistiu da imersão das peles em cocção somente com água destilada a $95 \pm 2^\circ\text{C}$ por 30 minutos (Figura 1), seguida de separação dos sólidos por peneira e resfriamento do sobrenadante em geladeira a temperatura de 5°C por 24 horas.



Figura 1: Cocção das peles de tilápia

Após a gelificação por 24 horas (Figura 2), foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar a 50°C por 24-48h, até que a gelatina obtivesse aspecto de filme (Figura 3). E após a secagem, a gelatina foi triturada em liquidificador obtendo-se a farinha de gelatina (Figura 4).



Figura 2: Gelatina cortada após 24 horas de resfriamento.

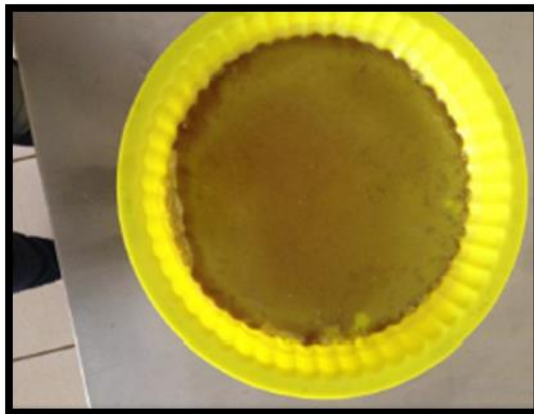


Figura 3: Gelatina seca após 48 horas em estufa.



Figura 4: Farinha da gelatina.

4.3 EXTRAÇÃO DA PROTÉINA MIOFIBRILAR

A extração da proteína miofibrilar foi obtida a partir do método desenvolvido por Vidal *et al.*, (2011) com modificações. O método foi realizado através da imersão de 200 g da CMS em 0,306 ml de solução de ácido fosfórico (H_3PO_4) a 0,05%, com a adição de água destilada para completar o volume total (600ml). Posteriormente foi agitada em um agitador (Fisatom 713D) a 2000 rpm, a temperatura de 5°C, durante 15 minutos para auxiliar na desodorização da carne e para alcançar o ponto isoelétrico da proteína

miofibrilar ($\text{pH} \pm 5$). Em seguida, deixou-se decantar e retirou-se a gordura sobrenadante utilizando uma peneira. O extrato retido na peneira foi lavado com água destilada gelada para uma melhor retirada da gordura.

Após, o extrato foi disposto em bandejas cobertas com papel alumínio e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 15 horas. O extrato seco foi submetido a lavagem com etanol, filtrou-se novamente e levou para a secagem em estufa com circulação de ar forçada de ar a 65°C por 3 horas (Figura 5). Por fim, foi triturada em liquidificador obtendo-se a farinha de proteína miofibrilar (Figura 6).



Figura 5: Proteína miofibrilar após a secagem.



Figura 6: Farinha da proteína miofibrilar.

4.4 DETERMINAÇÃO DO ESCORE QUÍMICO DE AMINOÁCIDOS

Para o cálculo do escore químico de aminoácidos, foi considerada a composição aminoacídica da gelatina fornecida por Alfaro (2008) e por Quintero e Sobral (2000) para proteína miofibrilar. Esses valores foram convertidos e expressos em mg de aminoácido por grama de proteína e comparados com a composição aminoacídica da proteína padrão da Food and Agriculture Organization - FAO (1985). A composição de aminoácidos da proteína padrão da FAO é considerada completa para fins de nutrição humana. Sendo assim, todo aminoácido das proteínas em estudo que estiver presente em menor concentração que o apresentado pela proteína padrão foi considerado um aminoácido deficiente. Destes aminoácidos (os deficientes) o que estiver em menor concentração, quando comparado à proteína padrão, foi considerado o aminoácido limitante.

A partir do estudo do escore químico da gelatina desidratada obtida a partir da pele, foi determinada a quantidade de proteína miofibrilar extraída da CMS a ser adicionada para complementação e obtenção da mistura protéica.

4.5 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL PROXIMAL

A composição centesimal proximal foi determinada, em triplicata, para as amostras de farinha de gelatina e farinha de proteína miofibrilar, através das seguintes análises:

4.5.1 UMIDADE

A umidade das farinhas elaboradas foi determinada a partir da secagem da amostra em estufa a 105°C durante 6 horas (até obtenção de massa constante), de acordo com os Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). Esta análise baseia-se na perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições em que a água é removida. O cálculo foi feito a partir da Equação 1:

$$Umidade = \frac{N}{P} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

N = nº de gramas de umidade (perda de massa em g).

P = nº de gramas da amostra.

4.5.2 CINZAS

A determinação do resíduo por incineração (cinzas) foi realizada a partir do aquecimento da amostra em mufla a 570°C durante 6 horas (até a obtenção de cinzas levemente acinzentadas) de acordo com os Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). O cálculo foi feito a partir da Equação 2:

$$\text{Cinzas} = \frac{N}{P} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

N = nº de gramas de cinzas

P = nº de gramas da amostra

4.5.3 PROTEÍNAS

A análise de proteínas foi realizada a partir do método de Kjeldahl conforme descrito nos Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). É composto pelas etapas de digestão da amostra onde o nitrogênio orgânico é transformado em amônia e os componentes orgânicos são convertidos em CO₂ e H₂O. A segunda etapa, chamada de destilação, consiste no recolhimento do gás amônia liberado em solução receptora (ácido bórico). Por fim, a titulação, a qual é realizada a determinação quantitativa da amônia contida na solução receptora (ácido bórico).

4.5.4 LÍPIDIOS

A quantidade de lipídios presente nas farinhas elaboradas foi determinada pelo método de Bligh-Dyer, de acordo com os Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL PROXIMAL

Os valores médios da composição centesimal estão mostrados na Tabela 1. Pode-se observar que os teores de proteínas em ambas as farinhas são significativamente iguais. Já para as amostras de lipídeos, cinzas e umidade as amostras diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$)

Tabela 1 - Composição centesimal proximal da gelatina e da proteína miofibrilar:

Análise	Gelatina g/100g	Proteína Miofibrilar g/100g
Proteína	86,4 ± 1,21 ^a	87,25 ± 1,05 ^a
Lipídeos	4,19 ± 0,11 ^a	6,82 ± 0,49 ^b
Umidade	7,26 ± 0,59 ^a	4,18 ± 0,25 ^b
Cinzas	2,13 ± 0,14 ^a	1,72 ± 0,09 ^b

*Amostras com letras iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa com 95% de confiança ($p \leq 0,05$).

Conforme pode ser visto na Tabela 1 o teor de proteína bruta encontrada na gelatina desidratada obtida da extração da pele de tilápia foi de 86,4 g/100g. Bordignon (2010) obteve gelatinas de peles de tilápia do Nilo com 84,47 e 85,65 g/100g de proteínas, valores semelhantes ao encontrado no presente estudo.

Em um outro estudo realizado por Songchotikupan *et al.* (2008) e Bueno *et al.* (2011), os autores obtiveram valores de proteína em gelatina de peles de tilápia do Nilo superiores ao encontrado neste estudo sendo 89,40 g/100g e 88,90 g/100g, respectivamente.

O percentual de proteína encontrado na proteína miofibrilar (Tabela 1) foi de 87,25 g/100g. Este valor é diferente do encontrado por Quintero e Sobral (2000) onde a quantidade foi de 93,22 g/100g, e diferente do encontrado por Gárcia e Sobral (2005) que foi de 80g/100g.

O teor de lipídios da amostra de gelatina foi de 4,19 g/100g, valor muito alto quando comparado com os encontrados por Bordignon (2010), os quais ficaram em torno de 0,025 g/100g e 0,047 g/100g.

Em relação ao teor de lipídios foi encontrado 6,82 g/100 g para a proteína miofibrilar obtida (Tabela 1). Este valor é superior ao encontrado no estudo realizado por Quintero e Sobral (2000), que foi de 2,40 g/100g. E também não corresponde ao encontrado por Cândido (1998) que foi de 1,1 g/100g a 5,1 g/100g. Em outro estudo com proteínas miofibrilares liofilizadas de tilápia do Nilo a serem utilizados na elaboração de biofilmes, realizado por Sobral (2000), foi determinado 6,71 g/100g de lipídios, valor próximo ao encontrado neste estudo.

Segundo Vidal *et al.*, (2011) o alto teor de gordura pode ser atribuído a vários fatores, dentre eles pode se destacar: a matéria prima utilizada (tilápia-do-nilo) neste trabalho possui considerável quantidade de teor de gordura. De acordo com Kotaki (2005), o teor lipídico da CMS de tilápia-do-nilo é de aproximadamente 9,6%, e no presente estudo foram utilizados as partes ventrais do peixe, região onde se localizam os depósitos de gordura.

É importante salientar, que o alto teor de gordura encontrado, pode ser de grande valia, considerando que a gordura de peixe é rica em ácidos graxos poli-insaturados os quais se destacam por apresentarem diversos efeitos benéficos à saúde humana, como diminuição dos riscos de doenças cardiovasculares, prevenção de câncer (MARTINO, 2003), diminuição nas taxas de colesterol no sangue (SIMOPOULOS, 2002) e benefícios à gravidez e saúde materno-infantil (DUSTAN *et al.*, 2004).

O percentual de umidade encontrado para a gelatina foi de 7,26 g/100g. Bordignon (2010) encontrou valores de umidade entre 11,68 e 11,92 g/100g. Segundo o autor essas diferenças podem estar relacionadas com os 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.

A umidade obtida de 4,18 g/100g da proteína miofibrilar é inferior ao encontrado por Sobral (2000), que foi de 5,15 g/100g.

O teor de umidade das matérias-primas é de fundamental importância para a conservação e armazenamento. Gelatinas comerciais apresentam umidade de 9-14 g/100g à temperatura ambiente (25°C) (COLE, 2014). A

gelatina obtida apresentou valor abaixo da faixa descrita para gelatinas comerciais.

Já para o teor de cinzas (2,13 g/100g) obtido na gelatina o valor foi semelhante ao encontrado em outros estudos de extração de gelatina, Songchotikunpan *et al.* (2008) obtiveram 2,1 g/100g, e Bordignon (2010) obteve valores de cinzas entre 2,37 e 2,51g/100g.

Segundo Jones (1977) o teor máximo de cinzas recomendado para gelatinas é de 2,6 g/100g, apesar de usualmente gelatinas com conteúdo acima de 2 g/100g sejam aceitas para aplicações alimentícias (CHO *et al.*, 2004).

Para análise da cinza, o valor obtido para a proteína miofibrilar (1,72 g/100g) corrobora aos valores obtidos pelos trabalhos realizados por Quintero e Sobral (2000) e Cândido (1998). Respectivamente, os valores obtidos por eles foram: 1,69 g/100g e de 1,99 g/100g

A quantidade de cinzas presente em alimentos refere-se ao resíduo inorgânico restante da incineração da matéria orgânica. A composição das cinzas corresponde a minerais presentes nos alimentos, devido às perdas por volatilização e reação entre os componentes. São consideradas medida geral de qualidade e, geralmente, é utilizada como critério na identificação dos alimentos (CHAVES *et al.*, 2004).

5.2 DETERMINAÇÃO DO ESCORE QUÍMICO

Para a complementação aminoacídica da mistura proteica elaborada com a gelatina desidratada extraída da pele de tilápia, com a proteína miofibrilar extraída da CMS foram feitas as análises do escore químico, que consistiram em determinar quais aminoácidos estariam presentes em quantidades inferiores ao apresentado na proteína padrão da FAO para crianças de 2 a 5 anos. Assim analisando os aminoácidos presentes na gelatina de colágeno e da composição aminoacídica padrão da FAO, conforme pode ser visto na Tabela 2, pode-se observar que todos os aminoácidos da gelatina são deficientes, ou seja possuem concentração abaixo do considerado suficiente para a proteína ser classificada como completa.

Tabela 2: Composição de aminoácidos essenciais das proteínas estudadas (g/100g de proteína).

Aminoácidos	Proteína Padrão*	Gelatina de Colágeno**	Proteína Miofibrilar***
Histidina	1,90	1,03	2,57
Fenilalanina + Tirosina	6,30	2,77	7,50
Isoleucina	2,80	0,93	5,86
Lisina	5,80	3,52	10,30
Leucina	6,60	2,36	8,36
Meotinina + Cistina	2,50	1,45	3,82
Treonina	3,40	2,85	4,63
Triptofano	1,10	N/D	N/D
Valina	3,50	2,17	6,22

Fonte: * Composição de aminoácidos essenciais da proteína padrão FAO/WHO (crianças de 2 a 5 anos)- Food and Agriculture Organization (FAO, 1985). ** (ALFARO, 2008). *** (QUINTERO E SOBRAL, 2000). N/D não determinado.

Do mesmo modo e comparando a composição de aminoácidos da proteína miofibrilar com a proteína padrão (Tabela 2), pode-se observar que a proteína miofibrilar apresenta todos os seus aminoácidos essenciais em quantidades suficientes, não apresentando aminoácidos deficientes.

As proteínas miofibrilares do pescado apresentam todos os aminoácidos essenciais, com elevado teor de lisina. Em dietas pobres os peixes exercem especial significância (OETTERER, 2002). Por estes motivos, a proteína miofibrilar foi utilizada no presente estudo para realizar a complementação aminoacídica da farinha de gelatina extraída de pele de tilápia do Nilo.

Sabendo então que todos os aminoácidos essenciais são deficientes na composição da gelatina, foram feitos os cálculos para determinar qual é o aminoácido limitante, ou seja, aquele que apresenta a maior deficiência quando se faz a comparação com a proteína padrão. O cálculo foi feito segundo a equação 3, sendo que, se o resultado for maior ou igual a 1 significa que o aminoácido essencial está presente em quantidades ideais.

$$\text{Escore químico de aminoácidos} = \frac{\frac{\text{g de aminoácido}}{100\text{g de proteína da amostra}}}{\frac{\text{g de aminoácido}}{100\text{g de proteína da padrão}}} \quad (3)$$

Após a realização dos cálculos para todos os aminoácidos da gelatina de colágeno, foram obtidos os seguintes resultados demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Escore químico dos aminoácidos essenciais presentes na composição da gelatina e da proteína miofibrilar

Aminoácido	Escore químico	
	Gelatina	Proteína miofibrilar
Histidina	0,54	1,35
Fenilalanina + Tirosina	0,44	1,19
Isoleucina	0,33	2,09
Lisina	0,61	1,78
Leucina	0,36	1,27
Trionina	0,84	1,53
Triptofano	*	
Valina	0,62	1,36

** não determinado

Analisando a Tabela 3, verificou-se que o aminoácido limitante na gelatina é a isoleucina.

No entanto, como a complementação da composição de aminoácidos será feita com farinha de proteína miofibrilar e não com aminoácidos puros, deve-se considerar a quantidade de aminoácidos presentes nessa matéria-prima. O escore químico da proteína miofibrilar está apresentado na Tabela 3. Verifica-se que apesar de ser completa (todos os valores superiores a 1), o aminoácido que apresenta menor escore é a leucina. Portanto, para compor a mistura de farinhas, deve-se considerar o aminoácido limitante da farinha base (gelatina) e também aquele com menor escore na farinha complemento (proteína miofibrilar), desde que este aminoácido também seja carente na gelatina.

Dessa forma, o acréscimo de farinha de proteína miofibrilar à farinha de gelatina deve agregar 1,87g de isoleucina e 4,24 g de leucina a 100 g desta, pois é a quantidade faltante na gelatina para cada um dos aminoácidos limitantes se comparado ao padrão. Considerando os teores destes dois

aminoácidos na farinha de proteína miofibrilar (1,87 g/ 100g proteína e 4,24 g/ 100g proteína, respectivamente) e o teor proteico desta matéria-prima (87,25%), verifica-se que a quantidade capaz de fornecer esses aminoácidos seria o mínimo de 36,57 g (corrigindo a isoleucina) e 58,12 g (para correção da deficiência de leucina). Nesse sentido, optou-se por adicionar 58,12 g de farinha de proteína miofibrilar a cada 100g da farinha de gelatina, corrigindo-se as duas deficiências. Porém, cabe ressaltar que o teor de proteína da farinha de gelatina é de 86,4%, sendo assim, seria necessário 115,74g de farinha de gelatina para obter as 100g de gelatina.

O balanceamento dos aminoácidos para a complementação aminoacídica de 100g de gelatina, foi obtido pela mistura de 115,74g de farinha de gelatina e 58,12 g de farinha de proteína miofibrilar. A composição aminoacídica das proteínas em estudo, da mistura e seu escore químico pode ser visualizado na tabela 4.

Tabela 4: Composição aminoacídica das proteínas das farinhas, da mistura entre elas e seu escore químico.

Aminoácidos	Gelatina de colágeno (g/115,74g)	Proteína Miofibrilar (g/ 58,12g)	Mistura Aminoacídica (g/ 100g)	Proteína Padrão FAO (g/100g)	Escore Químico (mistura)
Histidina	1,03	1,30	2,33	1,9	1,23
Fenilalanina + Tirosina	2,77	3,80	6,57	6,3	1,04
Isoleucina	0,93	2,97	3,90	2,8	1,39
Lisina	3,52	5,22	8,74	5,8	1,51
Leucina	2,36	4,24	6,60	6,6	1,00
Meotinina + Cistina	1,45	1,94	3,39	2,5	1,35
Trionina	2,85	2,35	5,20	3,4	1,53
Triptofano	N/D	N/D	N/D	1,1	N/D
Valina	2,17	3,15	5,32	3,5	1,52

6. CONCLUSÃO

Foi possível obter as farinhas de gelatina extraída da pele da tilápia do Nilo e da proteína miofibrilar e determinar a composição centesimal das mesmas.

A partir do estudo do escore químico de aminoácidos e da composição centesimal foi possível complementar a qualidade proteica da farinha de gelatina através da adição da farinha de proteína miofibrilar, obtendo uma mistura com quantidades de aminoácidos essenciais corretas para a nutrição humana de acordo com a FAO.

Esta mistura, devido seu valor proteico e aminoácidos presentes, poderia ser utilizada na elaboração de um suplemento nutricional.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFARO, Alexandre da Trindade. **Otimização Das Condições De Extração E Caracterização Da Gelatina De Pele De Tilápia (*Oreochromis Urolepis Hornorum*)**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

ARVANITOYANNIS, I. S. Formation and properties of collagen and gelatin films and coatings. **Protein-based films and coatings**. Boca Raton: CRC Press Lancaster EUA, p. 275-304, 2002.

BORDIGNON, Adriana Cristina. **Caracterização da pele e da gelatina extraída de peles congeladas e salgadas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2010. 114 f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

BOSCOLO, W.R.; HAYASCHI, C.; MEURER, F. *et al.* Farinha de resíduos da filetagem de tilápia na alimentação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1807-1812, 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 (Mestre 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.

CÂNDIDO, L.M. **Obtenção de concentrados e hidrolisados protéicos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): composição, propriedades nutritivas e funcionais**. Tese de Doutorado, Unicamp, Campinas, 207p., 1998.

CHAMPE, Pamela C.; HARVEY, Richard A.; FERRIER, Denise R. **Bioquímica ilustrada**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

CHAVES, M. da C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. de A. C.; LEITE, C. A.; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco de acerola. **Revista Biologia e Ciência da Terra**, v.4, n.2, 2004.

CHO, S. M.; KWAK, K. S.; PARK, D. C.; GU, Y. S.; JI, C. I.; JANG, D. H.; LEE, Y. B.; KIM, S. B. Processing optimization and functional properties of gelatin from shark (*Isurus oxyrinchus*) cartilage. **Food Hydrocolloids**, v. 18, p. 573-579, 2004.

CLEMENTE, A. Enzymatic protein hydrolysates in human nutrition. **Trends in Food Science & Technology**, New York, v. 11, n.7, p. 254-262, 2000.

DJAGNY, K.B.; WANG, Z. e XU, S. Gelatin: a valuable protein for food and pharmaceutical industries: review, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 41, n. 6, p. 481-492, 2001.

DUSTAN, J. A.; ROPER, J.; MITOULAS, L. The effects of supplementation with fish oil during pregnancy on breast milk immunoglobulin A, soluble CD14, cytokine levels and fatty acid composition. **Clinical & Experimental Allergy**, v. 34, n. 08, p. 1237-1242, 2004.

FAO - **FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. 2013 *GLOBEFISH* Disponível em: <<http://www.globefish.org/tilapia-june-2013.html>> Acesso em: 20.nov.2016.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R.; OETTERES, M. Fish silage: a review. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 5, p. 879-886, 2007.

FREITAS, D. D. G. C.; RESENDE, A. L. S. S.; FURTADO, A. A. L.; TASHIMA, L.; BECHARA, R. M. The sensory acceptability of a tilapia (*Oreochromis niloticus*) mechanically separated meat-based spread. **Brasilian Journal of Food Technology**, v. 65, n. 6, p. 941-947, 2000.

FITZSIMMONS, K. Tilapia: the most important aquaculture species of the 21st century. **Internacional symposium on tilapia aquaculture**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Energy and protein requirements**. Geneva, 724 p., 1985.

GARCÍA, F. T.; SOBRAL, P. J. A. Effect of the thermal treatment of the filmogenic solution on the mechanical properties, color and opacity of films based on muscle protein of two varieties of Tilapia. **LWT – Food Science and Technology**, v. 38, n. 03, p. 289-296, 2005.

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.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; TURNAY, J.; FERNÁNDEZ-DÍAZ, M. D.; ULMO, N.; LIZARBE, M. A.; MONTERO, P. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study. **Food Hydrocolloids**, v. 16, p. 25-34, 2002.

HARAGUCHIL, F. K.; ABREU, W. C., PAULA, H. Proteínas do soro de leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista de Nutrição**. Campinas, v. 19, n. 4, p. 479-488, 2006.

HUF-LONERGAN, E.J.; BEEKMAN, D.D.; PARRISH JUNIOR, F.C. Protein separation and analysis of certain skeletal muscle proteins; principles and techniques. In: HETTIARACHCHY, N.S.; ZIEGLER, G.R. (Eds.). **Protein functionality in food systems**. New York: Marcel Dekker, p.79-119, 1994.

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

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.

KOTAKI, S. H. **Utilização da carne mecanicamente separada (CMS) da carcaça de tilápia (*Oreochromis niloticus*) para elaboração de linguiça de peixe**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Pesca, Fortaleza, p. 94, 2005.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J.L.; ONO, E.A.; ISTCHUK, P.I. **Panorama da piscicultura no Brasil: Estatísticas, espécies, pólos de produção e fatores**

limitantes à expansão da atividade. *Panorama da Aquicultura*, 2012; 22(132): 14-25.

KUHN, C. R.; SOARES, G. J. D. Proteases e inibidores no processo de surimi. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 1, p. 5-11, 2002.

LAHL, W.J.; BRAUN, S.D. Enzymatic production of protein hydrolysates for food use. **Food Technology**, Chicago, v. 48, n. 10, p. 68-71, 1994.

LIMA, E. R., OLIVEIRA, R. A., AMBROSIO-UGRI, M. C. B., BARROS, S. T. D., JÚNIOR, C. B. **Recuperação da solução de soda cáustica usada no tratamento do couro bovino na produção de gelatina.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 1, p. 98-106, 2008.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina.** São Paulo: Luchiari Filho, 135p, 2000.

MAMAMI, Hulda Noemi Chambi. **Desenvolvimento de filmes a partir de caseína e gelatina modificadas enzimaticamente com tripsina e transglutaminase.** 2004. 114 f. Dissertação (Mestre em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

MARTINO, R. C. Exigências e cuidados da adição de lipídios em rações para peixes e a sua importância para o homem. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, p. 58-60, jan./fev. 2003

MOLINARI, Maresa Custódio. **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.

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

OGAWA, M., MOODY, M. W., PORTIER, R. J., BELL, J., SCHEXNAYDER, M. A., & LOSSO, J. N. Biochemical properties of black drum and sheepshead seabream skin collagen. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 8088–8092, 2003.

OGAWA, M. Química do pescado: Umidade e Proteína. In: OGAWA, M. e Maia, E. L. (Eds), **Manual de Pesca**, v.I: Ciência e Tecnologia. São Paulo, cap. 4, p 29-48, 1999.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes: no caminho da pesquisa**. 1ª Edição. 2001. Ed. Imprint.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Editora Agropecuária, p. 200, 2002.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia, GO: Editora da UFG, 586p., 1995.

PARRA, R. M. T.; PALMA, A.; PIERUCCI, A. P. T. R. Contaminação de Suplementos Dietéticos Usados para Prática Esportiva. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**. v. 33. n. 4. p.1071-1084, 2011.

PRESTES, R. C. Colágeno e seus derivados: características e aplicações em produtos cárneos. Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, RS. UNOPAR. **Cient Ciênc Biol Saúde**; vol. 15, no. 1, 2013.

QUINTERO, M. S. E.; SOBRAL, A. J. P. Preparo E Caracterização De Proteínas Miofibrilares De Tilápia-Do-Nilo Para Elaboração De Biofilmes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., v.35, n.1, p.179-189, Brasília, 2000.

RAMÍREZ, A. **Salmon by-product proteins**. Rome: FAO, 2007. 31 p. (Fisheries Circular, 1027).

RANG, H. P.; DALE, M. M.; RITTER, J. M.; GARDNER, P., **Farmacologia**. 7ª ed. Rio de Janeiro, p. 774-775, 2011.

ROMAN, J.A. **Isolado protéico de soro de leite e gelatina bovina: caracterização físico-química, nutricional e tecnológica para o desenvolvimento de um produto geleificado**. Tese (Doutorado em alimentos e Nutrição), UNICAMP, Campinas, 2007.

ROSANE, M. K.; MAGDA, A. D. C.; JAQUELINE, S.; LILIANA, E.; MÔNICA E. S.; EMERSON, G. D. Análise da produção e comercialização do pescado no Brasil. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR. **Revista Agroambiente On-line**, v. 10, n. 2, p. 168 - 177, 2016.

RUSTAD, T. Utilization of marine by-products. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, v. 2, n. 4, 2003.

SEIBEL N. F.; SOUZA-SOARES, L. A. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 06, n. 02, p. 333-337, 2003.

SENA, L. A. **Produção e caracterização de compósitos hidroxiapatita-colágeno para aplicações biomédicas**. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) – Instituto Alberto Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo, SP: Varela, p. 517, 1996.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. Editora Varela, São Paulo, 236p., 2006.

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

SILVA, R. S. G.; BANDEIRA, S. F.; PETRY, F. C.; PINTO, L. A. A. Extração de gelatina a partir das peles de cabeças de carpa comum. **Ciência Rural**, v. 41, n. 5, p. 904-909, 2011.

SIMÕES, M.R.; RIBEIRO, C.F.A.; RIBEIRO, S.C.A.; PARK, K.J.; MURR, F.E.X. **Composição físico-química, microbiológica e rendimento de filé de tilápia tailandesa (Oreochromis niloticus)**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.27, n.3, p. 608-613, 2007.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 21, n. 06, p. 495-505, 2002

SWAN, J. E; TORLEY, P. J. **Collagen: structure, functions and uses**. MirinzMeat Industry Research New Zealand Report, p.49,1991.

TENUTA FILHO, A.; de JESUS, R.S. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria-prima industrial. **Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia Alimentos**, v. 37, n. 2, p. 59-64., 2003.

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.

VIDAL, A. M. J., RODRIGUES, P. C D. M., ZAPATA, F. F. J., VIEIRA, M. M. J. Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. **Revista Ciência Agronômica**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, v.42, n.1, p.92-99, jan-mar, 2011.

ZIEGLER, F. La F.; SGARBIERI, V. C. Caracterização químico-nutricional de um isolado protéico de soro de leite, um hidrolisado de colágeno bovino e misturas dos dois produtos. **Revista de Nutrição**. vol.22 no.1, 2009.

ZIEGLER, F. L. F., **Desenvolvimento de um produto dietético funcional pra idosos**. Dissertação [Mestrado em Alimentos e Nutrição] – Universidade Estadual de Campinas; 2006.