

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CÂMPUS CAMPO MOURÃO – PARANÁ

MIRELE FERNANDES FERREIRA

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GELATINA PROVENIENTE
DE SUBPRODUTOS DO FRANGO: PÉS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2013

MIRELE FERNANDES FERREIRA

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GELATINA PROVENIENTE
DE SUBPRODUTOS DO FRANGO: PÉS**

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

Orientadora: Prof. Dra. Angela Maria Gozzo

Co-orientadora: Prof. Dra. Mirela Vanin dos Santos Lima

CAMPO MOURÃO
2013



TERMO DE APROVAÇÃO

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GELATINA PROVENIENTE DE SUBPRODUTOS DO FRANGO: PÉS

Por

MIRELE FERNANDES FERREIRA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 29 de Abril de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Angela Maria Gozzo
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Mirela Vanin dos Santos
Membro titular

Prof^a. Dr^a. Karla Silva
Membro titular

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela sabedoria, por estar presente em todos os dias da minha vida e por me conceder essa realização pessoal e profissional.

Agradeço também aos meus pais e a minha irmã, pelas palavras de incentivo, apoio, amparo em momentos difíceis, orações e amor sempre presente.

Agradeço imensamente, à minha orientadora, Dra. Angela Maria Gozzo, pela confiança depositada em mim, pelos conhecimentos compartilhados, pela paciência, incentivo, oportunidade, apoio e dedicação profissional ao desenvolvimento do meu estudo.

Ao professor, Dr. Augusto Tanamati, pelo auxílio e apoio no desenvolvimento das análises.

Às minhas grandes amigas da universidade, principalmente à Ana Paula Stafussa, que me ajudou na pesquisa de maneira amigável.

Aos técnicos de laboratório, sempre disponível em ajudar, fornecer novas idéias e caminhos, e esclarecer dúvidas.

E à minha banca examinadora, Prof^a. Dr^a. Karla Silva e a Prof^a. Dr^a. Mirela Vanin dos Santos, pela atenção, honra da presença e oportunidade de enriquecimento de trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

FERREIRA, Mirele Fernandes. **EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GELATINA PROVENIENTE DE SUBPRODUTOS DO FRANGO: PÉS**. 2013. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

A gelatina é uma proteína obtida a partir da hidrólise do colágeno animal, sendo amplamente utilizada em indústrias de alimentos, fotográficas e farmacêuticas. Por possuir diversas características funcionais, justifica-se o amplo uso em diversas áreas, além de ser um alimento altamente nutritivo. O Brasil é o terceiro maior produtor de carne de frango em corte, sendo que sua produção chega a milhões de toneladas. Devido a esta grande produção, os pés de frango são considerados subprodutos na indústria avícola e são destinados a fabricação de produtos de baixo valor comercial, porém são ricos em colágeno, sendo assim um novo destino aos pés de frango pode ser empregado na fabricação de gelatina. Neste estudo, quatro métodos de pré-tratamento da matéria-prima (pés de frango) foram testados para obtenção de gelatina, avaliando a viabilidade técnica e a vantagem do melhor método para tratamento da matéria-prima e também através de suas caracterizações físico-químicas. Foram avaliados umidade, pH, cinzas, "Bloom", proteína, odor e cor. Todas as amostras de gelatina apresentaram umidade alta, teor de cinzas baixo, pH baixo, conteúdo proteico alto e "Bloom" de médio a alto. Sendo que a amostra de gelatina 3 apresentou a cor mais clara, e o Bloom mais alto. Conclui-se que a extração a partir de pés de frango é tecnologicamente viável devido a matéria-prima ser um subproduto sem interesse econômico e resultando em bons potenciais funcionais.

Palavras-chave: Pés de frango. Pré-tratamento. Gelatina. Extração.

ABSTRACT

FERREIRA, Mirele Fernandes. **EXTRACTION AND CHARACTERIZATION OF GELATIN FROM SUBPRODUCTS OF CHICKEN: FEET**. 2013. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

Gelatin is a protein obtained from the hydrolyzes of animal collagen, being largely used in food, photographic and pharmaceuticals industries. Since it has several functional characteristics, gelatin has been used in several areas, besides being a highly nutritive type of food. Brazil is the third largest producer of chicken meat in cuts, and its production reaches million tons. Due to the large production, the chicken feet are considered sub products in poultry industries they are destined the fabrication of products of low commercial value, they are rich in collagen, a new destination for the chicken feet that they may be used in gelatin production. In this study, four methods of pre-treatment of raw material (chicken feet) are used to produce gelatin, it was also studied the technical viability and the advantage of best methods for treatment of raw material and its fisico-chemical characterization. It was also evaluated moisture, pH, ashes, Bloom, protein, odor and color. All the gelatin samples presented high moisture, low ash content, low pH, high protein content and from the average to high Bloom. Since the gelatin samples 3 presented a lighter color and higher Bloom. We concluded that the extraction from feet chicken is technologically viable due to the raw material is a sub product without economic interest and present good potential functional.

Keywords: Feet chicken. Pre-treatment. Gelatin. Extraction.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - A INDÚSTRIA DE GELATINA COMO DESTINO ALTERNATIVO AOS PÉS DE FRANGO.....	13
FIGURA 2 - PRIMEIRO MÉTODO DE PRÉ-TRATAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA.....	14
FIGURA 3 - SEGUNDO MÉTODO DE PRÉ-TRATAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA.....	15
FIGURA 4 - TERCEIRO MÉTODO DE PRÉ-TRATAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA.....	15
FIGURA 5 - QUARTO MÉTODO DE PRÉ-TRATAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA....	15
FIGURA 6 - COR DA GELATINA HIDROGEL OBTIDA A PARTIR DOS PÉS DE FRANGO.....	22
FIGURA 7 - COR DA GELATINA SECA OBTIDA A PARTIR DE PÉS DE FRANGO.....	23
FIGURA 8 - COR DA GELATINA OBTIDA DA PELE SUÍNA (GS) E DA GELATINA DE PELE DE PEIXE (GP).....	24
FIGURA 9 - COR DA GELATINA OBTIDA A PARTIR DE PÉS DE FRANGO EM A (MESH 32), B (MESH 28)	25
FIGURA 10 - FORÇA DO GEL (N/S) DAS AMOSTRAS DE GELATINA.	29
FIGURA 11 - PROCESSAMENTO DA CARNE DE FRANGOS E OS SUBPRODUTOS GERADOS.....	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PERCENTUAL DAS MÉDIAS DA UMIDADE DAS AMOSTRAS DE GELATINA.....	19
TABELA 2 - PERCENTUAL DAS CINZAS DAS AMOSTRAS DE GELATINA.....	20
TABELA 3 - COR DA GELATINA GELIFICADA E DA GELATINA SECA EM ESTUFA.	21
TABELA 4 - ODOR DAS AMOSTRAS DE GELATINA GELIFICADA.	25
TABELA 5 - VALORES DE PH DAS AMOSTRAS DE GELATINA GELIFICADA.	26
TABELA 6 - MÉDIA DA PERCENTAGEM DAS PROTEÍNAS DETERMINADA PELO MÉTODO DE KJELDAHL.....	27
TABELA 7 - MEDIDA DA FORÇA GEL (G) DAS AMOSTRAS DE GELATINA GELIFICADA.....	28

LISTA DE SIGLAS

- 1 Gelatina obtida utilizando pré-tratamento com 4,5% de ácido acético seguido de evaporação
- 2 Gelatina obtida utilizando pré-tratamento com 4,5% de ácido acético sem evaporação
- 3 Gelatina obtida utilizando pré-tratamento com 0,3% de ácido clorídrico sem evaporação
- 4 Gelatina obtida utilizando pré-tratamento com 0,8% de ácido sulfúrico sem evaporação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
2 OBJETIVOS	5
2.1 OBJETIVO GERAL	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3.1 COLÁGENO	6
3.2 GELATINA.....	7
3.3 EXTRAÇÃO DA GELATINA	9
3.4 APLICAÇÕES DA GELATINA.....	11
4 MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 AMOSTRA.....	14
4.2 EXTRAÇÃO DA GELATINA	14
4.3 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS	16
4.3.1 Umidade	16
4.3.2 Cinzas	16
4.3.3 Proteína.....	16
4.3.4 pH.....	16
4.3.5 Cor.....	17
4.3.6 Odor	17
4.3.7 Força Gel (Bloom)	17
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA GELATINA DE PÉS DE FRANGO	19
5.2 VIABILIDADE ECONÔMICA	30
6 CONCLUSÃO	33
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a avicultura emprega mais de 4,5 milhões de pessoas, direta e indiretamente, e responde por quase 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. A importância social da avicultura no Brasil se verifica também pela presença maciça no interior do país, principalmente nos estados do Sul e Sudeste. Em muitas cidades a produção de frangos é a principal atividade econômica (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, 2012).

A produção de carne de frango chegou a 13,058 milhões de toneladas em 2011, em um crescimento de 6,8% em relação a 2010. Com este desempenho o Brasil se aproxima da China, hoje o segundo maior produtor mundial, cuja produção de 2011 teria somado 13,2 milhões de toneladas, abaixo apenas dos Estados Unidos, com 16,757 milhões de toneladas, conforme projeções do Departamento de Agricultura dos EUA USDA (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, 2012).

Em função deste grande volume de produção e da expansão da venda de carne de frango em cortes, sobram como subprodutos grandes quantidades de partes menos nobres como dorsos, peles, pés, pescoços, ossos da coxa, caixa torácica e produtos lesionados, cujos valores alimentar e comercial são menores. Estes resíduos são tradicionalmente transformados em produtos de baixo valor comercial como farinha para fabricação de rações, produtos empanados, molhos, pastas e/ou patês e reestruturados, como as emulsões cárneas (MARTINS; MIGUEL; ZANIN, 2009). Estas, por sua vez, para não entrarem em processo de decomposição, precisam ter um destino adequado que não polua o meio ambiente e que esteja de acordo com a legislação que regula o destino final dos resíduos (ALMEIDA; VANALLE; SANTANA, 2012).

De acordo com Santos (2010), na constituição dos pés do frango, elevada quantidade de proteínas e lipídeos é encontrada, sendo altos também os teores de colágeno dentre as proteínas. A composição centesimal dos pés de frango foi estudada objetivando o aproveitamento secundário através do uso do colágeno.

A quantidade de gelatina usada no mundo inteiro aumenta anualmente. A produção mundial de gelatina foi aproximadamente 326000 toneladas, onde 46% são provenientes de peles suínas, 29.4% de couro bovino, 23.1% de ossos e 1.5 % de outras partes. A gelatina é substancialmente um ingrediente alimentar de proteína

pura, obtida pela desnaturação térmica do colágeno que pode ser considerado um alimento dietético altamente digestível como um complemento de outros tipos de dieta (TAVAKOLIPOUR, 2011).

A gelatina é uma proteína de origem animal obtida de diversas fontes como bovina, suína, frango e de peixes. Apresenta uma cadeia proteica simples, resultante da desnaturação térmica ou degradação química e física das fibras proteicas insolúveis do colágeno, envolvendo a ruptura das estruturas de tripla-hélices (BATISTA, 2004).

Apesar da grande maioria das gelatinas comerciais ser derivada de mamíferos, principalmente de origem suína e bovina, por muitas razões sócio-culturais cresce a exigência de fontes alternativas. Essa busca ocorre inclusive por uma questão ambiental, já que a raspa de couro bovino (material poluente e menos nobre do que o couro) também é utilizada na produção de gelatina. O problema surge durante o seu processamento, o qual gera resíduo contendo cromo, produto geralmente descartado, que por sua vez pode vir a contaminar o meio ambiente (ALMEIDA; VANALLE; SANTANA, 2012).

Dentre os hidrocolóides utilizados atualmente, a gelatina é um dos mais populares e é amplamente utilizada na indústria alimentícia e farmacêutica. A gelatina é produzida em larga escala a preços relativamente baixos, justificando assim o grande interesse e exploração de suas propriedades funcionais (DAVANÇO, 2006).

Neste trabalho, a gelatina foi extraída de pés de frango, e caracterizada quanto a suas propriedades, como vantagem do reaproveitamento de um subproduto de baixo valor comercial, considerado como um resíduo na indústria de alimentos, avaliando os benefícios e aplicações que a gelatina pode trazer a diversas áreas, inclusive na indústria de alimentos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal do trabalho foi realizar a extração e a caracterização físico-química da gelatina, proveniente dos pés do frango, utilizando diferentes métodos de pré-tratamento da matéria-prima, avaliando o método de pré-tratamento utilizado, bem como a vantagem do reaproveitamento de um subproduto da indústria avícola.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extração da gelatina do pé do frango, a partir de 4 métodos de pré-tratamento da matéria-prima, analisando viabilidade técnica e o melhor método de extração empregado;
- Caracterização físico-química da gelatina, quanto à umidade, cinzas, proteína, força gel (Bloom), pH, cor e odor.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 COLÁGENO

O termo colágeno é derivado do termo grego, em que KOLLA (cola) e GENO (produção), seu significado mais usual seria a produção de cola animal, a partir de diferentes matérias-primas. O colágeno constitui 1/3 do total de proteínas dos vertebrados, calcula-se que em mamíferos varia entre 20 a 30% dessa proteína corpórea (BORDIGNON, 2010).

O colágeno aparece em diversas formas, principalmente no tecido conjuntivo. A combinação de aminoácidos é pouco comum: um terço dos aminoácidos é a glicina (Gly), cerca de 10% prolina (Pro), hidroxiprolina (Hyp) e hidroxilisina (Hyl) (KOOLMAN; RÖHM, 2005).

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. Apesar de serem encontradas em todo o corpo, seus tipos e sua organização são determinados pelo papel estrutural que o colágeno desempenha em cada órgão específico (CHAMPE; HARVEY; FERRIER, 2009). Cada cadeia polipeptídica possui aproximadamente 1038 resíduos de aminoácidos (SENA, 2004).

Os colágenos são proteínas fibrosas encontradas em todos os animais multicelulares. São secretados por diferentes tipos celulares e representam a principal proteína estrutural encontrada na matriz extracelular e nos tecidos conectivos sendo responsável pela sua integridade e propriedades mecânicas. O colágeno está presente em quase todos os tecidos como ossos, cartilagem, tendões, ligamentos e em todos os tecidos moles (pele, músculos e outros órgãos) (SADER, 2010).

Colágeno (matéria prima para gelatina) é uma proteína animal cujas funções no organismo vão desde a sustentação de órgãos e tecidos, até o armazenamento de energia em tendões de algumas espécies animais (CHAUDRY et al., 1997). Aquecimento prolongado em água fervente converte o colágeno em proteína solúvel, denominada gelatina (TORRE, 2004).

O colágeno e a gelatina apresentam diferentes formas da mesma macromolécula, sendo possível descrever a gelatina como sendo colágeno hidrolisado (BUENO, 2008). A gelatina é essencialmente o colágeno desnaturado e pode ser obtida por processos químicos, enzimáticos ou térmicos. A desnaturação é a perda da estrutura tridimensional do colágeno. Os principais agentes de desnaturação são: mudanças no pH (altera as interações eletrostáticas entre aminoácidos carregados); mudanças na concentração do sal – força iônica (devido à mesma razão) e mudanças na temperatura - altas temperaturas reduzem a força das ligações de hidrogênio (SENA, 2004).

3.2 GELATINA

A gelatina é uma proteína derivada da hidrólise parcial do colágeno animal, contido em ossos e peles, principalmente de suínos e bovinos. Gelatinas obtidas por tratamento ácido são designadas do tipo A, enquanto que as do tipo B são as obtidas por tratamento alcalino. 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).

Como as demais proteínas, os aminoácidos são os componentes básicos do colágeno e são ligados entre si através de ligações peptídicas, formando grandes cadeias, a gelatina é formada por 18 diferentes aminoácidos. Quando o colágeno é hidrolisado e transformado em proteína solúvel, temos a gelatina, cujo comprimento de cadeia poderá variar, dependendo do grau de hidrólise (SOUZA, 2004).

A gelatina é uma proteína de fácil digestão, contendo a maioria dos aminoácidos essenciais, com exceção do triptofano. É ainda o principal componente estrutural de tecidos conectivos brancos e está presente em órgãos e tecidos. Ao microscópio, aparece como fibras brancas opacas, circundadas por outras proteínas e mucopolissacarídeos (BERTAN, 2003).

A preparação industrial da gelatina envolve a hidrólise controlada para obter a gelatina solúvel através de um dos métodos de tratamento (alcalino ou ácido) da matéria-prima, seguido de desnaturação térmica. A partir do pH destes dois processos e das espécies de matéria-prima utilizadas se obtém os diferentes tipos

de gelatina, com diferentes aplicabilidades em função da necessidade do mercado consumidor. Durante a desnaturação do colágeno, com o controle de temperatura, ocorre a quebra dos filamentos em pequenos fragmentos e as triplas hélices são separadas umas das outras, onde as massas moleculares variam em função do tipo de preparação e fonte da matéria-prima (BORDIGNON, 2010).

A qualidade da gelatina depende, em grande parte, de suas propriedades reológicas, principalmente força gel e viscosidade. Mas outras características de transparência, particularmente a ausência de cor, sabor e fácil dissolução também são importantes (TAVAKOLIPOUR, 2011). A força do gel é a principal propriedade da gelatina e esta característica determina seu valor comercial (SILVA et al., 2011).

A habilidade para formar um gel é sem dúvida uma das mais importantes propriedades da gelatina. A gelatina entumece quando colocada em água fria, absorvendo 5 a 10 vezes seu peso em água. Quando 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).

Em nível molecular, a formação de gel (gelificação) envolve a renaturação da estrutura, partindo do estado desordenado até a formação das estruturas de tripla hélice (características do colágeno no estado nativo). A renaturação da tripla hélice age como junções na formação da rede tridimensional, sendo que a organização da rede e as propriedades físicas do gel de gelatina são mantidas principalmente pela formação das estruturas tripla hélice, isto vem sendo demonstrado através das propriedades mecânicas analisadas em Texturômetro (BERTAN, 2003).

Comercialmente a gelatina também é avaliada pelo seu ponto isoelétrico (pI) e sua granulometria. O pI da gelatina pode variar em função da sua forma de obtenção e corresponde ao pH no qual a solução proteica de gelatina é neutra, isto é, as cargas positivas são iguais às cargas negativas, portanto, nesse pH a proteína não migra para nenhum pólo quando colocada em um campo elétrico. O pI interfere no ponto de fusão, solubilidade, constantes dielétricas em solução aquosa e momento dipolar, propriedades essas que dependem da carga iônica. A granulometria (tamanho das partículas) interfere na capacidade ou taxa de inchamento das partículas, que é influenciada pela temperatura e concentração de sais e pela adição de açúcares (ANDREUCETTI, 2010).

Gelatinas comerciais podem ser divididas em dois grupos: gelatina do tipo A obtida por pré-tratamento ácido, possuem ponto isoelétrico entre 7,0 e 9,0, e gelatina do tipo B obtida por pré-tratamento básico, com ponto isoelétrico situado entre 4,6 e 5,2 (FAKHOURI, 2009).

A gelatina é utilizada para aumentar a elasticidade, consistência e estabilidade de produtos alimentícios, devendo, desta forma, apresentar boas propriedades reológicas (força de gel, viscosidade e ponto de fusão). As gelatinas também podem funcionar como um filme externo para a proteção contra desidratação, luz e oxigênio (BUENO, 2008). A sua capacidade termicamente reversível ou de gelificar com a água é o que a torna um hidrocolóide capaz de suprir todas as aplicações desejadas, atualmente no mercado não existe nenhum outro hidrocolóide que apresente todas essas propriedades (BORDIGNON, 2010).

3.3 EXTRAÇÃO DA GELATINA

Estudos sobre diferentes formas de extração de gelatina são conduzidos com a finalidade de aperfeiçoar o método, já que este é um dos fatores que afeta as propriedades físico-químicas da gelatina resultante. Normalmente o colágeno é tratado com água à temperatura acima de 45°C para a extração da gelatina, sendo que a conversão do colágeno está relacionada à severidade do processo de extração e ao pré-tratamento utilizado. O colágeno é solubilizado sem alterar a configuração original de tripla hélice (pré-tratamento), que depois é desestabilizada por um tratamento térmico (extração) subsequente por provocar o rompimento de ligações covalentes e de hidrogênio, o que leva à conversão do colágeno em gelatina (BUENO, 2008).

Como visto, o pré-tratamento pode ser ácido ou alcalino, no entanto, é comum um pré-tratamento em meio ácido de material colagenoso. No tratamento ácido a matéria-prima é imersa em solução ácida, até que ocorra a penetração em todo o material. À medida que a solução vai penetrando sobre a estrutura da pele com temperatura controlada, ela começa a inchar de duas a três vezes seu volume inicial, ocorrendo com esse fenômeno a clivagem de ligações não covalentes inter e intra moleculares.

O processo alcalino consiste na aplicação da matéria-prima em um pré-tratamento com pH alcalino por um período de várias semanas e vai transformando lentamente a estrutura do colágeno. Esse processo é utilizado em materiais mais espessos que necessitam de uma maior agressividade na penetração dos agentes de tratamento, como a osseína ou a raspa bovina. Nesse processo apenas uma pequena porção de grupamentos amida resistem ao tratamento e o colágeno extraído desta maneira se torna solúvel em água quente (BORDIGNON, 2010).

Durante as extrações, as amostras são submetidas em Banho-Maria, geralmente à temperaturas que varia de 50 a 70 °C. Estas são temperaturas ótimas de extração, pois em baixas temperaturas o rendimento é menor e em temperaturas elevadas afeta-se a qualidade (TAVAKOLIPOUR, 2011).

Em geral, o processo de extração da gelatina depende dos parâmetros do processo (temperatura, tempo e pH), do tratamento e da quantidade de colágeno na matéria-prima. O pré-tratamento ácido é particularmente adequado para as matérias-primas mais frágeis a exemplo das peles de suínos. A vantagem deste procedimento é sua curta duração, ao contrário do pré-tratamento alcalino (ALMEIDA, 2012).

A extração da gelatina, a partir do colágeno, é realizada com diferentes temperaturas e dependente diretamente do pH, sendo que a seleção do pH é feita visando-se maximizar a taxa de extração (valores baixo de pH) e manutenção de suas propriedades físicas (pH neutro) (BUENO, 2008). Ou usualmente valores de pH no qual o objetivo é se alcançar situações intermediárias às citadas (CARVALHO, 1997).

De acordo com Almeida (2012), alguns procedimentos de extração de gelatina foram propostos por vários autores, com pequenas modificações entre eles. Em tais estudos foram utilizados quatro ácidos no pré-tratamento de pés de aves para a extração de colágeno, sendo ácido acético, ácido cítrico, ácido clorídrico e ácido láctico, o tratamento que obteve maior rendimento foi o com ácido acético, cerca de 7,3%.

A produção de gelatina utilizando pés de frango é um processo relativamente rápido e fácil, mas que necessita de muitos cuidados durante a manipulação, tendo em vista que esta matéria-prima é tida como ótimo meio de cultura para o desenvolvimento de microrganismos (ALMEIDA; VANALLE; SANTANA, 2012).

3.4 APLICAÇÕES DA GELATINA

Segundo Irwandi et al. (2009), a gelatina é um dos ingredientes alimentares mais amplamente utilizado. Suas aplicações em indústrias de alimentos são muito amplas, incluindo a melhora da elasticidade, consistência e estabilidade dos produtos alimentares. A gelatina é também utilizada como um estabilizador, particularmente em produtos lácteos, e como um substituto de gordura que pode ser usado para reduzir o teor de energia de alimentos sem efeitos negativos sobre o sabor (TAVAKOLIPOUR, 2011). Além da indústria de alimentos, a gelatina é também útil na medicina, indústrias farmacêuticas e fotográficas, e atualmente é um componente importante na elaboração de diversos filmes biodegradáveis.

A gelatina tem capacidade de formar filmes flexíveis. Sendo um hidrocolóide extremamente versátil, produzido em abundância e de baixo custo, ele é atualmente o mais utilizado, pois possui propriedades funcionais interessantes. Do ponto de vista prático, as características mais marcantes da gelatina são a solubilidade em água e a capacidade de formação de gel termo-reversível. Sua propriedade de formar géis termicamente reversíveis garante uma infinidade de aplicações fundamentais em diversos produtos do ramo alimentício, farmacêutico e técnico tais como: espessante, estabilizante, protetor coloidal, emulsificante, agente espumante/aerador, clarificante de bebidas. Os usos farmacêuticos da gelatina são diversos tais como: cápsulas duras, cápsulas moles, veículos para princípios ativos, drageamento e microencapsulação de vitaminas, óleos e corantes (SEBIO, 2003).

Em bolos, tortas e outros doces, a gelatina em pó, em folhas ou instantânea é utilizada para dar textura aos recheios e coberturas. Ela pode ajudar a melhorar a estabilidade e corte desses doces e, adicionalmente, promove uma agradável sensação cremosa na boca. Com a gelatina, é possível criar coberturas e recheios diferenciados para diversos tipos de produtos de confeitaria, como por exemplos, os famosos donuts. A indústria de bebidas usa a gelatina para remover os taninos e outras substâncias que deixam turvos os sucos, cervejas e vinhos. Os tipos mais adequados para essa aplicação são as gelatinas de baixo Bloom (poder de gelificação) e as soluções líquidas de peptídeos de colágeno, pois esses ingredientes dispersam facilmente e de forma homogênea em bebidas frias, sem

gelificar. Além disso, em combinação com sílica ou bentonita, eles promovem excelente claridade em cervejas e sucos (GELITA DO BRASIL, 2013).

A aplicação de colágeno hidrolisado (gelatina) em produtos cárneos pode constituir uma alternativa para incrementar a ingestão de colágeno pelo consumidor moderno, criando uma oportunidade para a indústria frigorífica introduzir produtos cárneos funcionais. Devido às suas características e propriedades tais como baixa viscosidade em solução aquosa, odor neutro, incolor, transparência, propriedades emulsificantes e estabilizantes, formação de espuma e filmes, solubilidade, dispersibilidade, molhabilidade, compressibilidade, transportador de substâncias e baixa alergenicidade, o colágeno apresenta numerosas aplicações industriais (PRESTES, 2012).

Viscosidade é a segunda propriedade chave da gelatina, dependendo da aplicação envolvida, altas viscosidades são requeridas para estabilizar alimentos, para aplicações farmacêuticas e emulsões fotográficas. Já para produção de produtos moldados como confeitos em geral a indústria prefere uma viscosidade mais baixa, para evitar problemas durante aplicação e moldagem (D' AVILA, 2010).

A Figura 1 destaca os destinos dos pés de frango e a inserção da indústria de gelatina no processamento da carne de frango em frigorífico, que por sua vez é um elo de extrema importância da cadeia produtiva de frango de corte (ALMEIDA, 2012).

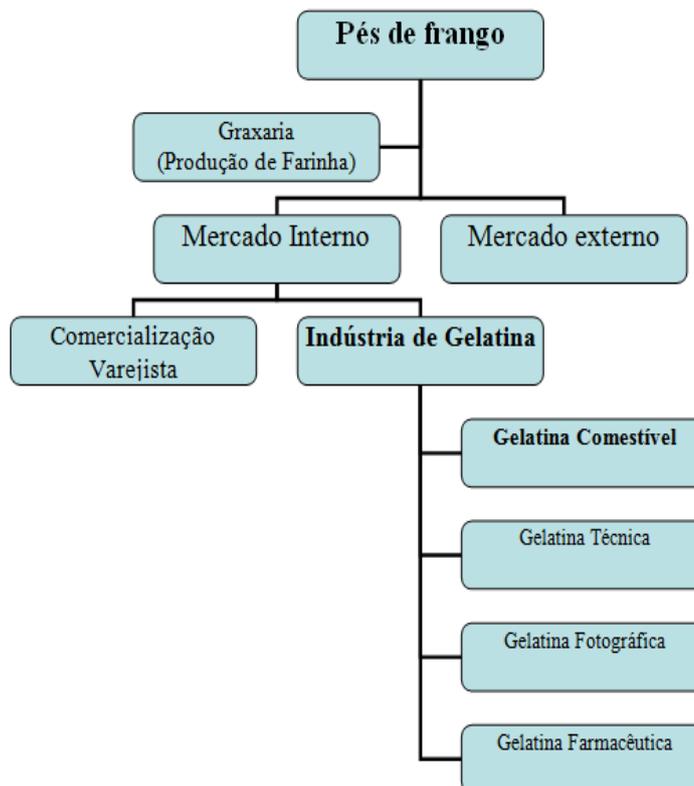


Figura 1 - A indústria de gelatina como destino alternativo aos pés de frango.
Fonte: Almeida (2012).

De acordo com Almeida (2012), a Figura 1 demonstra que um dos destinos dos pés de frango é a graxaria, setor que são encaminhados todos os descartes dos animais para a produção de farinha. Pouca quantidade é encaminhada para o mercado externo e interno, sendo que a indústria de gelatina é o destino alternativo proposto.

A competição tem influenciado as indústrias a desenvolverem novas fontes de vantagens competitivas, exigindo um processo contínuo de inovação. Isso tem induzido as empresas a gerarem e utilizarem tecnologias ou ferramentas que venham a criar oportunidades para novos produtos, serviços e processos industriais. Pressionada pelos novos desafios, a avicultura procura se enquadrar de acordo com o novo cenário mundial de intensa competitividade e leis de proteção ambiental. Os subprodutos originados passam a ser parte integrante do processo produtivo, ressaltando a importância da escolha do melhor destino destes, visando uma atividade de maior sustentabilidade (ALMEIDA; VANALLE; SANTANA, 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 AMOSTRA

As amostras de pés de frango (500 gramas para cada pré-tratamento) foram compradas na cidade de Campo Mourão, em um estabelecimento comercial. Foram adquiridas refrigeradas, e conservadas em geladeira até o início dos pré-tratamentos.

Ao iniciar todos os pré-tratamentos, as amostras de pés de frango foram lavadas e limpas em água corrente, para eliminação de qualquer resíduo proveniente do estabelecimento comercial.

4.2 EXTRAÇÃO DA GELATINA

Foram testados 4 métodos de extração, com o objetivo de comparar os resultados das análises, como também, o melhor método para a extração de gelatina. Em todos os pré-tratamentos foram utilizados integralmente os pés de frango inteiros.

O primeiro método de extração segue a metodologia de Almeida (2012), com modificações, de acordo com a Figura 2. O pré-tratamento foi realizado com solução de ácido acético passando por uma etapa de evaporação.

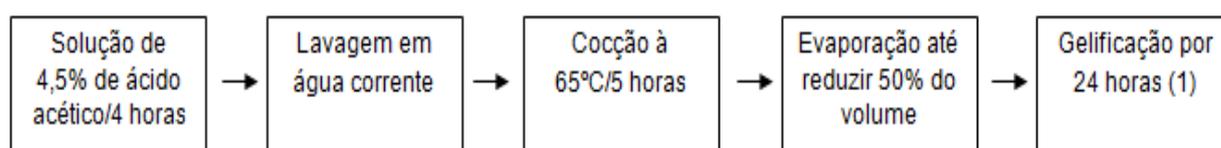


Figura 2 - Primeiro método de pré-tratamento da matéria-prima.

O segundo método de extração é de acordo com a metodologia de Almeida (2012), onde o pré-tratamento também foi feito com solução de ácido acético, porém sem a etapa de evaporação (Figura 3).



Figura 3 - Segundo método de pré-tratamento da matéria-prima.

O terceiro método de extração baseou-se na metodologia de Lopes (1976), desenvolvendo as devidas adaptações. No pré-tratamento foi utilizado solução de ácido clorídrico, Figura 4.

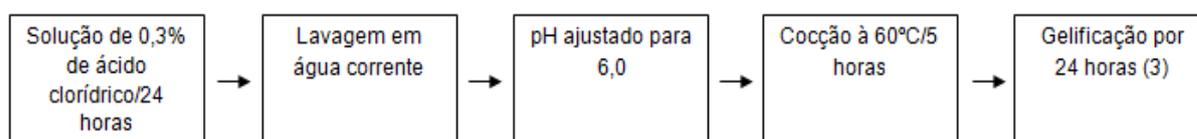


Figura 4 - Terceiro método de pré-tratamento da matéria-prima.

O último método segue uma metodologia desenvolvida em planta piloto, onde as amostras passaram por um pré-tratamento utilizando peróxido de hidrogênio e ácido sulfúrico, Figura 5.

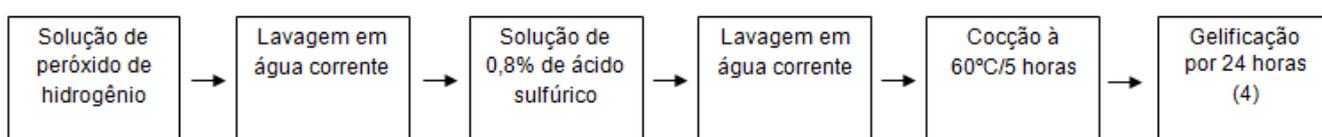


Figura 5 - Quarto método de pré-tratamento da matéria-prima.

4.3 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS

Análises físico-químicas de umidade, cinzas, proteína, pH, cor, odor e força gel (Bloom) foram realizadas nas amostras, afim de caracterizá-las.

4.3.1 Umidade

A umidade da gelatina foi determinada por secagem em estufa a 105°C por 16 horas, segundo metodologia da A.O.A.C. (1998). O resultado baseia-se na perda de massa ocorrida durante a secagem.

4.3.2 Cinzas

As cinzas da gelatina foram determinadas segundo a metodologia descrita nas normas do instituto Adolfo Lutz (2008).

4.3.3 Proteína

A determinação do percentual de proteína foi determinada utilizando o método de Kjeldahl. Segundo as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), o fator de conversão para a gelatina é de 5,55.

4.3.4 pH

O pH foi determinado por processo eletrométricos (medidor direto de pH).

4.3.5 Cor

As amostras foram analisadas visualmente verificando aparência geral, luminosidade, brilho e tonalidade.

4.3.6 Odor

As amostras foram analisadas de acordo com as características organolépticas, verificando características de odores que pudessem ser comparados com padrões previamente conhecidos.

4.3.7 Força Gel (Bloom)

Para as análises de força Bloom e medida de força do gel, as amostras gelificadas foram liofilizadas e posteriormente hidratadas conforme metodologia descrita por Bueno (2008), onde foram preparadas soluções de gelatina a 6,67% (p/p) com água destilada, mantidas em temperatura ambiente por 2 horas e posteriormente em banho-maria a 60°C por 1 hora para dissolução. Logo, resfriadas à temperatura ambiente por 30 minutos para serem distribuídas na quantidade de 30 mL. Em seguida os copos foram cobertos com papel alumínio e armazenados em estufa B.O.D. para maturação a 10°C por 18 horas. Após foram transferidas para um Texturômetro TAXT2 e analisados a força gel.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análises de umidade, cinzas, proteína e Bloom foram realizadas em triplicada para cada amostra. A diferença foi considerada estatisticamente significativa quando $p \leq 0,05$ de acordo com a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey. A ANOVA foi realizada no programa Origin e a análise estatística foi realizada utilizando Microsoft Office Excel 2010.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA GELATINA DE PÉS DE FRANGO

A Tabela 1 apresenta a umidade da gelatina hidrogel, determinada nas 4 amostras de gelatina com métodos de pré-tratamento distintos. As amostras 1 e 2 são provenientes do processo cujo pré-tratamento foi realizado com ácido acético, sendo que a amostra 1 sofreu evaporação até redução de 50% de seu volume e a amostra 2 não passou pela etapa de evaporação. A amostra 3 passou pelo tratamento com ácido clorídrico e a amostra 4 com ácido sulfúrico.

Tabela 1. Percentual das médias da umidade das amostras de gelatina.

Amostras	Média da Umidade (%)
1 (ácido acético com evaporação)	91,1 ^a
2 (ácido acético)	95,0 ^b
3 (ácido clorídrico)	97,2 ^c
4 (ácido sulfúrico)	97,7 ^d

*Amostras com letras diferentes, na mesma coluna, são significativamente diferentes no teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com o teste de Tukey, houve diferença significativa nas amostras em relação a umidade, com $p \leq 0,05$. Devido à adição de água como solvente líquido para extração, a umidade obtida da gelatina hidrogel foi elevada. A gelatina obtida pelo tratamento 1 passou por um processo de evaporação em chapa quente a aproximadamente 97°C, onde metade do seu volume inicial foi evaporado, a fim de verificar a diferença na aplicação na etapa de evaporação nas características da gelatina.

Os resultados variaram de 91,1 a 97,7%, estudos semelhantes apresentaram valores entre 88,3 a 98% em pesquisas realizadas com hidrogéis de gelatina bovina (EON et al., 2012).

Geralmente os estudos apresentam a umidade de géis de gelatina desidratadas, onde o valor varia entre 8 e 14 %. Gelatinas comerciais apresentam conteúdo de umidade entre 9-14%. A gelatina de pés de frango apresentou umidade de 9,75% segundo Almeida (2012), onde a gelatina passou por um processo de secagem em estufa.

Os valores encontrados neste trabalho são superiores as demais pesquisas devida a diferença nas amostras. Nesta, a análise foi realizada com os hidrogéis, sendo assim, para comparação torna-se necessário um processo de evaporação para eliminação da água e concentração da gelatina.

Os percentuais das cinzas das amostras de gelatina estão apresentados na Tabela 2.

As cinzas em alimentos referem ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica. É importante observar que a composição das cinzas corresponde à quantidade de substâncias minerais presentes nos alimentos, devido às perdas por volatilização ou mesmo pela reação entre os componentes. As cinzas são consideradas como medida geral de qualidade e frequentemente é utilizada como critério na identificação dos alimentos (CHAVES, et. al., 2004). Alguns minerais são essenciais para uma dieta saudável (Ca, P, K e Na), o que torna sua determinação importante, principalmente tratando-se de um alimento altamente nutritivo como a gelatina.

Tabela 2. Percentual das cinzas das amostras de gelatina.

Amostras	Média das Cinzas (%)
1	1,9 ^a
2	1,8 ^a
3	1,0 ^a
4	1,3 ^a

*Amostras com letras diferentes, na mesma coluna, são significativamente diferentes no teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os valores de cinzas variaram de 1,0 a 1,9% (Tabela 2), de acordo com o teste de Tukey, para as cinzas não houve diferença significativa com $p \leq 0,05$ entre as amostras. O máximo teor de cinzas recomendado para gelatina é 2,6%, embora,

usualmente a gelatina com conteúdo de cinzas acima de 2% pode ser aceita para aplicações alimentícias (ALFARO, 2008).

Segundo Tavakolipour (2011), o teor de cinzas encontrado em gelatina extraída do pescado carpa prateado foi de 2,2% (para as amostras com pré-tratamento ácido) e 2,07% (para as amostras com pré-tratamento básico). Já Almeida (2012) encontrou o teor de cinzas para gelatina extraída de pés de frango de 4,8%.

De acordo com Bueno (2008), o teor de cinzas da gelatina suína utilizada comercialmente é de 0,3%. E em seu estudo, para a gelatina extraída de pele de tilápia foi de 0,3% para gelatina de primeiro lote, e de 1,8% para gelatina de segundo lote.

Os resultados encontrados (Tabela 2) se aproximaram dos valores obtidos na literatura, pesquisas realizadas por Alfaro (2008), Bueno (2008) e Tavakolipour (2011), que variaram de 0,3 a 2,2%. Os resultados deste trabalho também estão dentro dos limites recomendados pela legislação (menor que 2,6%).

A quantidade de cinzas na gelatina de pés de frango se deve à presença de resíduos ósseos, já que os pés de frango são utilizados integralmente para a extração do colágeno (ALMEIDA, 2012). O teor de cinzas também está diretamente relacionado com a alimentação do animal, como também do solo, como pH, fertilidade, agrotóxicos e microbiologia.

Foram avaliadas e caracterizadas visualmente as cores da gelatina hidrogel e da gelatina seca em estufa, Tabela 3.

Tabela 3 - Cor da gelatina gelificada e da gelatina seca em estufa.

Amostras	Gelatina gelificada	Gelatina seca (pó)
1	Amarelada e opaca	Amarelo brilhoso
2	Esbranquiçada e opaca	Amarelo médio (opaco)
3	Branca opaca com presença de pequenas partículas brancas	Amarelo escuro
4	Branca, transparente e translúcida	Branco e cristalizado

A Figura 6 e Figura 7 mostram, respectivamente, as características visuais da gelatina hidrogel, e da gelatina seca.

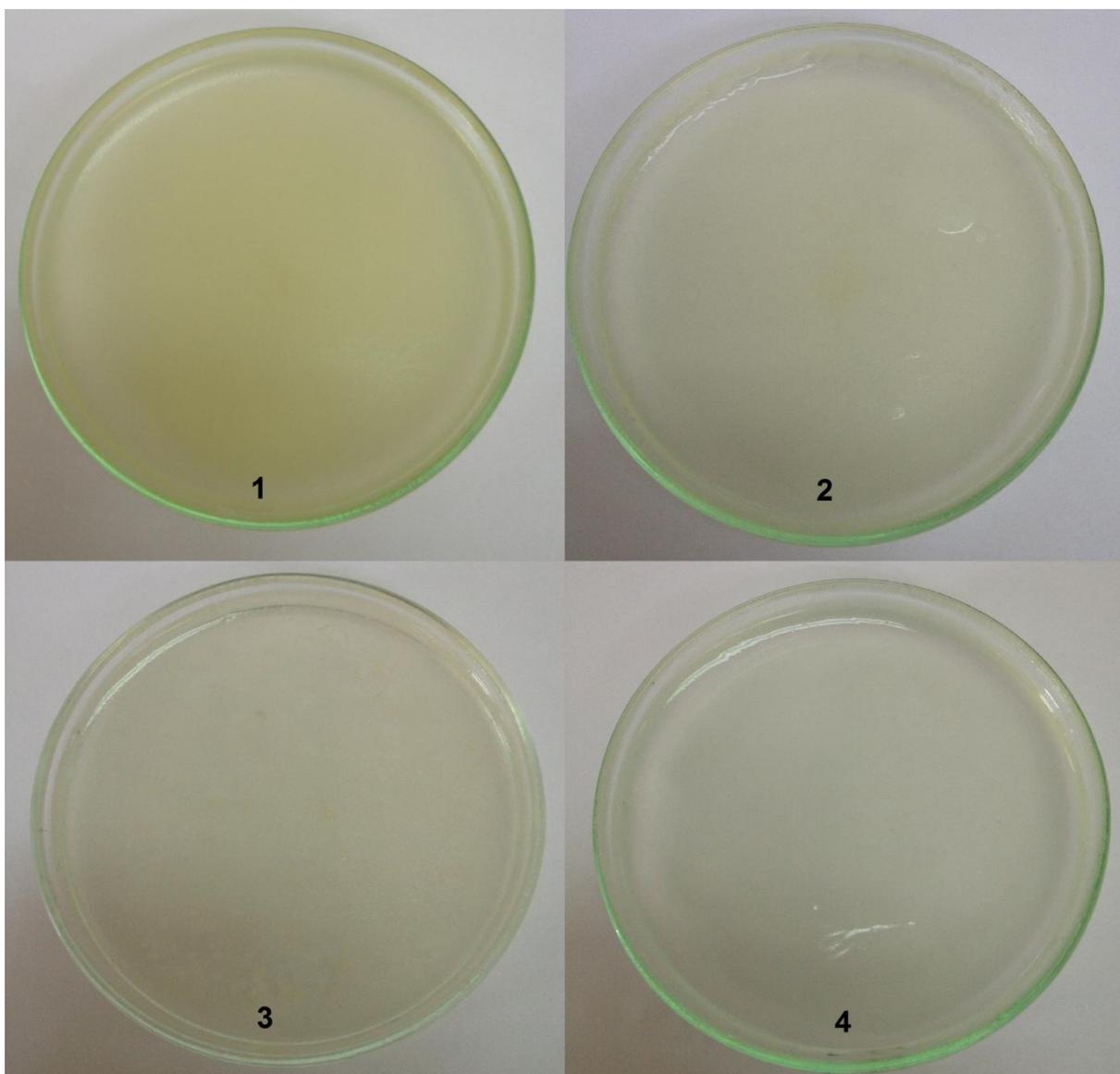


Figura 6 - Cor da gelatina hidrogel obtida a partir dos pés de frango.

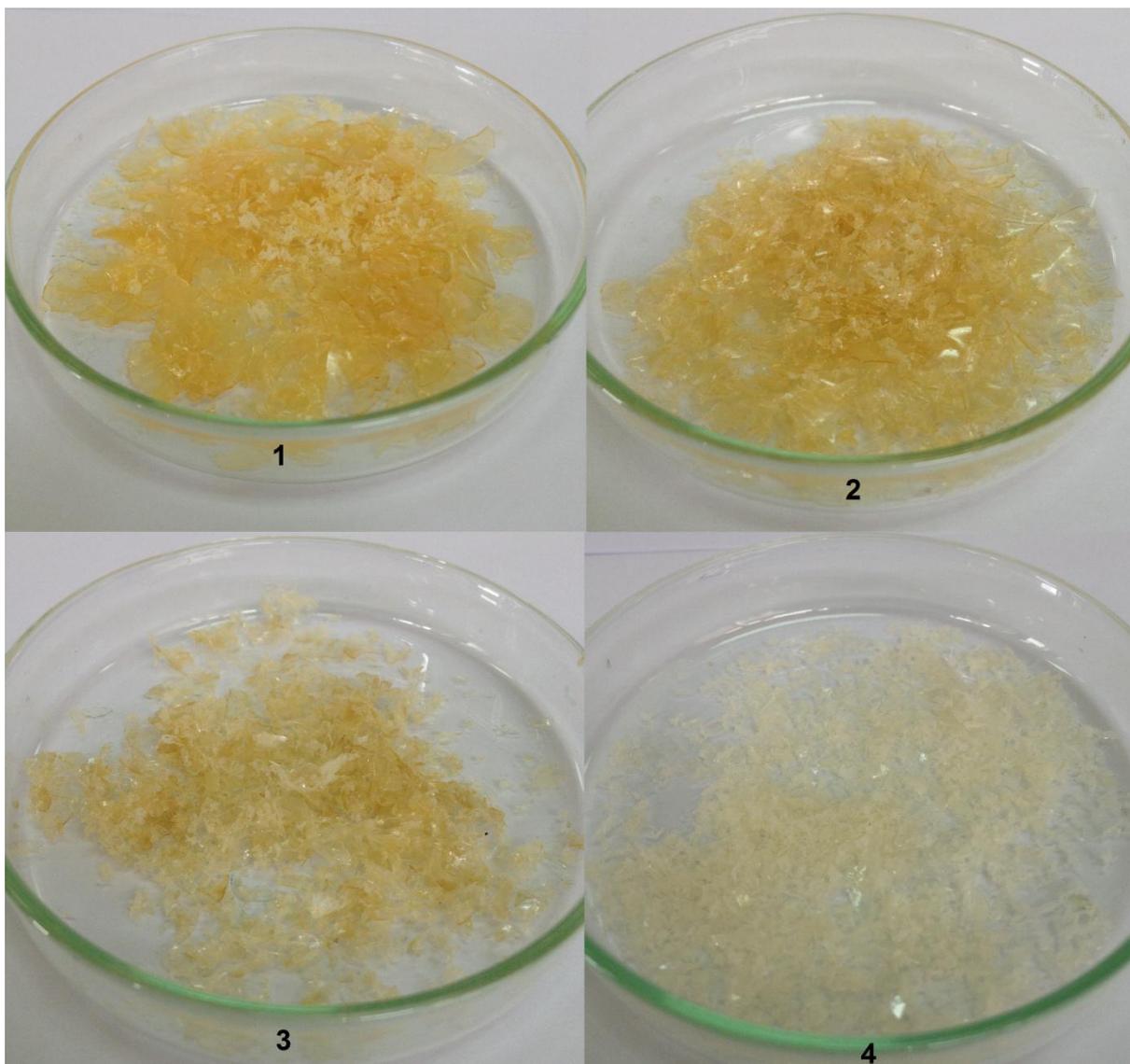


Figura 7 - Cor da gelatina seca obtida a partir de pés de frango.

De acordo com as Figura 6 e Figura 7, pode-se verificar que a cor da gelatina variou de amarelado escuro ao esbranquiçado. Comercialmente, a gelatina é encontrada na forma de cristais de coloração amarelo-palha (BERTAN, 2003).

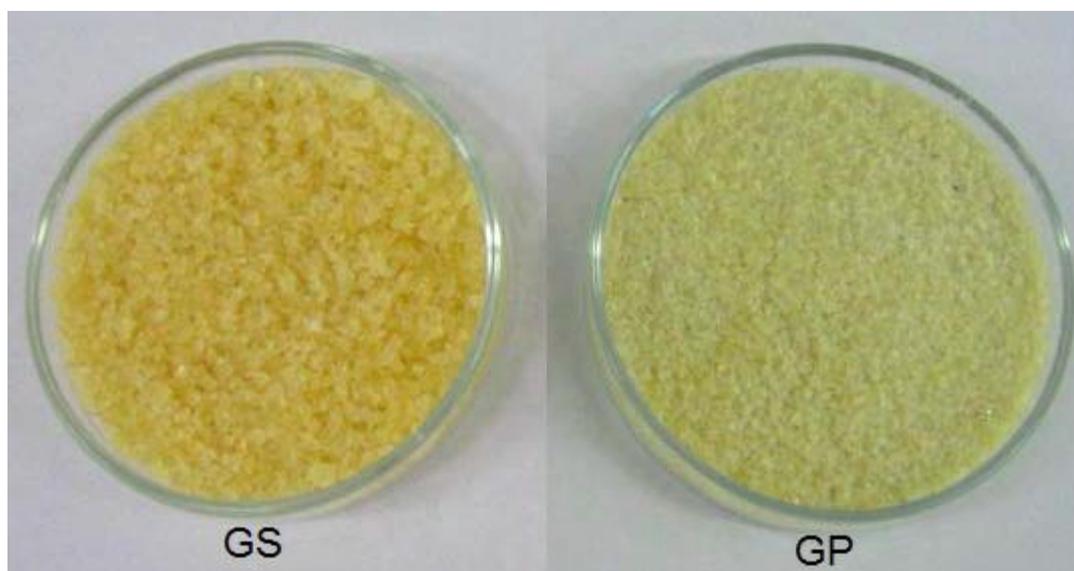
De acordo com Schmitz et. al. (2013), a gelatina obtida a partir de cabeças de corvina, apresentou coloração amarelada esbranquiçada e brilhosa. Em geral, a cor não influencia nas propriedades funcionais da gelatina.

A gelatina com pré-tratamento 4 apresentou a coloração mais clara devido ao uso de peróxido de hidrogênio, auxiliando no branqueamento da gelatina. Peróxido de hidrogênio é adequado para uso em alimentos, podendo ser utilizado como um aditivo. No entanto, a literatura afirma que não há dados disponíveis sobre

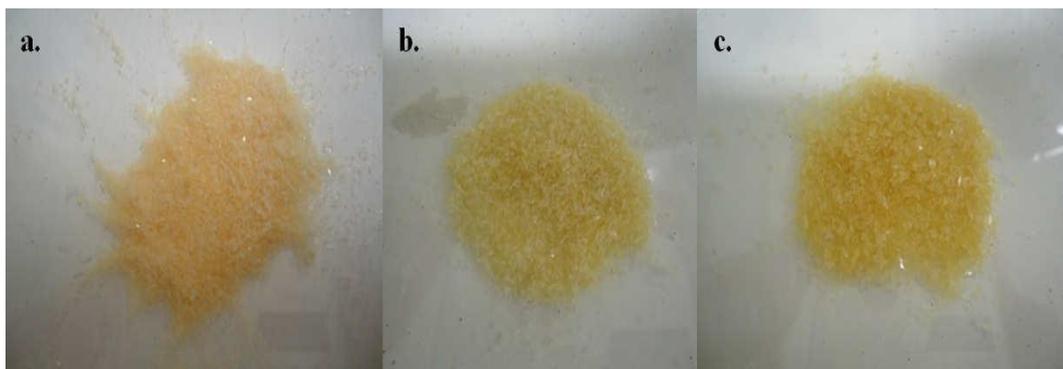
a toxicidade aguda de alimentos ou componentes de alimentos tratados com peróxido de hidrogênio (ANVISA, 2007).

A clareza da gelatina é uma propriedade desejável (COLE, 2013). A turbidez das soluções de gelatina é um atributo que pode ou não ser importante, dependendo da aplicação. No entanto o atributo cor tem significado prático em produtos de confeitaria, que são frequentemente coloridos e quanto menor for à variação da cor nos ingredientes, mais fácil será para produzir um produto uniforme. Geralmente a falta de cor é associada à pureza, portanto, cor pálida é normalmente mais desejável do que cores escuras (COLE; ROBERTS, 1997).

As Figuras 8 e 9 apresentam as gelatinas liofilizadas desenvolvidas por Bueno (2008) e Almeida (2012), respectivamente. Nota-se que as características gerais são bastante próximas às encontradas neste trabalho (Figura 7) e a diferença de granulometria se deve aos diferentes processos de secagem (Figura 8) e de moagem e peneiramento (Figura 9). Sendo assim, nota-se que o processo de moagem deste trabalho deve ser realizado, para garantir um material homogêneo.



**Figura 8 - Cor da gelatina obtida da pele suína (GS) e da gelatina de pele de peixe (GP).
Fonte: BUENO (2008).**



**Figura 9 - Cor da gelatina obtida a partir de pés de frango em a (Mesh 32), b (Mesh 28) e c (Mesh 16).
Fonte: ALMEIDA (2012).**

Portanto, a cor da gelatina extraída de pés de frango aproximou-se com dados da literatura e apresentou semelhança com outras gelatinas extraídas de diferentes matérias-primas.

O odor da gelatina hidrogel foi analisado sensorialmente, e os resultados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Odor das amostras de gelatina gelificada.

Amostras	Odor
1	Levemente odor de frango
2	Levemente odor de ácido acético
3	Odor de frango mais característico
4	Levemente odor de frango

O odor resultante das gelatinas, utilizando três pré-tratamentos diferentes, foi consequência das soluções extratoras e também da matéria-prima utilizada.

As características sensoriais são importantes na aceitação de um produto e sua percepção, ela acontece através de estímulos captados pelos receptores que induzem impulsos elétricos nos nervos, estes são conduzidos ao cérebro produzindo sensações, ou seja, comunicação. O olfato é produzido quando o indivíduo recebe um estímulo de intensidade maior que o seu limite mínimo de percepção, conhecido como índice limiar (JESUS, 2010).

A qualidade sensorial (odor e sabor) do alimento e a manutenção da mesma favorecem a fidelidade do consumidor a um produto específico em um mercado cada vez mais exigente (TEIXEIRA, 2009).

Não foi encontrado, na literatura, nenhum outro trabalho que avaliasse diretamente o odor. Nesta pesquisa observa-se que sensorialmente o processo deve ser melhorado, já que leves odores de ácido acético e de carne de frango foram detectados.

Sendo assim, torna-se necessário a aplicação de um processo de desodorização para a eliminação de sabores e odores indesejáveis, como o odor característico de frango e de ácidos.

A Tabela 5 apresenta os valores de pH encontrados para os diferentes pré-tratamentos.

Tabela 5 - Valores de pH das amostras de gelatina gelificada.

Amostras	pH
1	4,34
2	4,17
3	3,92
4	2,60

O valor do pH do pré-tratamento 4 foi baixo devido ao uso de ácido sulfúrico durante a extração, considerado como um ácido forte. Sendo que o pré-tratamento 3 utilizando ácido clorídrico apresentou um pH superior (pH = 3,92), valor semelhante ao da gelatina extraída de pele de bagre com pH 3,20 descrito por Biluca, Marquetti e Alfaro (2011).

Já o pré-tratamento 1 e 2, utilizando ácido acético, apresentou pH 4,34 e 4,17, respectivamente, semelhante ao da gelatina extraída de ossos de pescada, com pH igual a 4,35, segundo Alfaro *et. al.* (2013), que utilizou pré-tratamento ácido com 4% de ácido clorídrico.

Segundo Liu, Lin & Chen (2001), o pH da gelatina extraída dos pés de frango com 24 horas de pré-tratamento foi de 3,47 utilizando ácido acético; 2,50 aplicando ácido cítrico e 2,54 extraindo com ácido láctico.

Geralmente valores de pH têm sido reportados dentro da faixa de 3,8 a 5,0 para gelatinas processadas por pré-tratamento ácido e 4,7 a 7,5 para processadas por pré-tratamento alcalino (ALFARO, 2008).

Assim, pode-se notar que o pH está diretamente relacionado com o extrator utilizado no pré-tratamento. Portanto, quando se utiliza um ácido o pH mais elevado evidencia uma melhor eficiência das etapas de lavagem dos pré-tratamentos, devido ao fato de que as lavagens com água corrente eliminam grande parte das soluções utilizadas durante a preparação das matérias-primas, antecedentes a etapa de extração.

A média da percentagem da proteína está apresentada na Tabela 6. Para a análise de proteína, as amostras de gelatina passaram por um processo de secagem a 55°C em estufa com circulação de ar por 15 horas.

A qualidade de uma proteína é medida pela sua habilidade de satisfazer as necessidades de aminoácidos para o corpo humano. É uma característica especial da gelatina o seu alto teor de aminoácidos de natureza básica e ácida (BORDIGNON, 2010). As gelatinas também contribuem para enriquecer o conteúdo de proteína dos alimentos.

Tabela 6 - Média da percentagem das proteínas determinada pelo método de Kjeldahl.

Amostras	Média da proteína (%)
1	69,5 ^a
2	69,9 ^{a,b}
3	69,9 ^{a,b}
4	67,5 ^c

*Amostras com letras diferentes, na mesma coluna, são significativamente diferentes no teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A quantidade de proteína variou de 67,5 a 69,9%, de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$), a amostra de gelatina 4 (67,5 %) apresentou diferença significativa em relação as demais.

Segundo Almeida (2012), a gelatina extraída de pés de frangos em seu estudo obteve 78,5% de proteína. Já Alfaro et. al. (2013), extraiu gelatina a partir de ossos de pescada, e obteve 84,6% de proteína. Bueno (2008) apresentou 89,4% de proteína para gelatina extraída de pele de tilápia de primeiro lote, 88,9% para gelatina de segundo lote e a gelatina suína comercial apresenta 90%.

Os dados da literatura se aproximam do resultado obtido para gelatina extraída de pés de frango, apresentando um alto conteúdo proteico. Segundo Bandeira (2009), as gelatinas também contribuem para enriquecer o conteúdo de proteína dos alimentos, sendo portanto uma propriedade de extrema importância para as aplicabilidades da gelatina.

A Tabela 7 apresenta os valores da força gel expressos em gramas das amostras de gelatina. E a Figura 10 apresenta graficamente os valores da força gel expressos em Newton por segundo.

A força gel é o mais importante atributo da gelatina, na prática (dentro das indústrias) é comumente chamado de força de Bloom, sendo expresso em gramas. Gelatinas comerciais geralmente possuem força de Bloom entre 90 e 300g, sendo esta a propriedade física que mais determina o seu valor comercial (ALFARO, 2008).

Tabela 7 - Medida da força gel (g) das amostras de gelatina gelificada.

Amostras	Médias força do gel (g)
1	215 ^a
2	200 ^b
3	243 ^c
4	260 ^d

*Amostras com letras diferentes, na mesma coluna, são significativamente diferentes no teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O teste de Tukey mostra que em todas as amostras ocorreram diferença significativa ao nível de 95% ($p \leq 0,05$), sendo que a amostra 4 apresentou maior Bloom.

Bordignon (2010), afirma que a qualidade da gelatina é determinada pela força do gel ou valor de Bloom, que podem ser classificados de acordo com os seguintes valores: Bloom baixo (<150g), médio (150-220g), ou alto (220-300g).

Assim de acordo com a Tabela 7, as amostras 1 e 2 apresentaram Bloom médio, já as amostras 3 e 4 apresentaram valores de Bloom alto.

De acordo com Bueno (2008), a gelatina suína apresenta um valor de Bloom de 192 g. Já a gelatina extraída de peles de cabeça de carpa comum, descrita por Silva et. al. (2011), apresentou valor Bloom de 240 g. E a de pele de tilápia, apresentou Bloom de 181 g, segundo Nunes, et. al. (2013).

Essa propriedade é afetada por muitos fatores, tais como a massa e distribuição moleculares, concentração da solução de gelatina, tempo e temperatura de maturação do gel, pH e teor de sal (BANDEIRA, 2009).

A Figura 10 mostra graficamente quando o equipamento penetra os 4 mm de profundidade e causa o rompimento da gelatina.

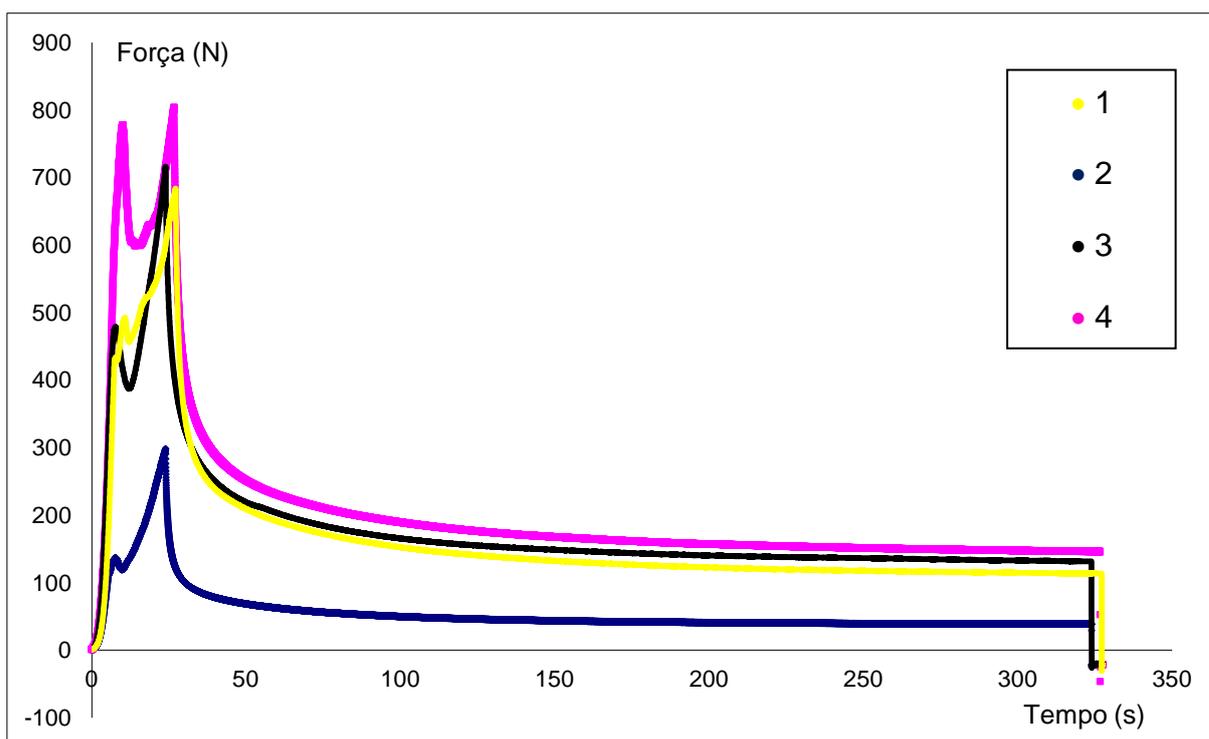


Figura 10 - Força do gel (N/s) das amostras de gelatina.

O rompimento foi provocado ao redor de 800 N, 700 N, 670 N e 300 N para as amostras 4, 3, 1 e 2, respectivamente, comprovando as forças de gel obtidas nas análises de Bloom (Tabela 7). Isto demonstra que a amostra 4 (tratada com ácido

sulfúrico) formou um gel mais resistente e as amostras tratadas com ácido acético (1 e 2) formaram um gel mais fraco e macio.

Os valores obtidos estão dentro da faixa de valores estabelecidos para a gelatina comercial e coerente com os valores observados para outras matérias-primas, classificando-se como sendo uma gelatina de força de gel média e alta.

5.2 VIABILIDADE ECONÔMICA

De acordo com a Figura 11, no abate de frango há vários subprodutos que são considerados resíduos na indústria avícola e geralmente são usados para a fabricação de farinha. Porém alguns desses resíduos como os pés, podem ser reaproveitados para o desenvolvimento de um produto novo para alimentação humana ou como ingrediente alternativo para produtos já existentes, como é o caso da gelatina.

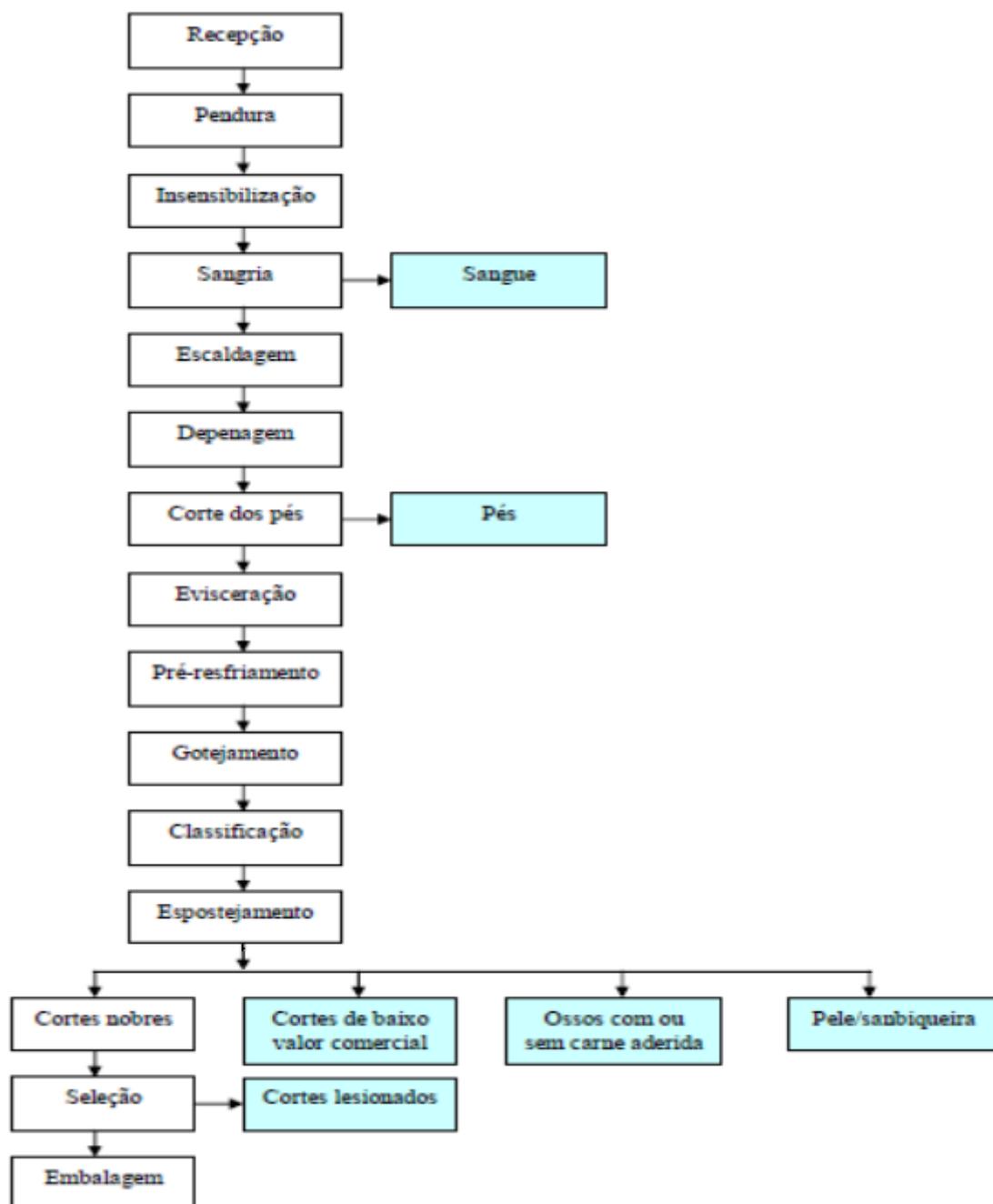


Figura 11 - Processamento da carne de frangos e os subprodutos gerados.
 Fonte: Roque (1996).

Verificando os preços de matérias-primas geralmente utilizadas para a extração de colágeno, verificou-se que o preço do quilo da pele suína para fabricação de gelatina alimentícia gira em torno de R\$ 0,95, a pele de bovino é vendida em torno de R\$1,50/kg e enquanto que a venda de uma tonelada de pés de

frango sai abaixo de R\$10,00/ton e R\$0,10/Kg (ALMEIDA, 2012). Segundo Bertan (2003), a gelatina é produzida em grande escala e a preços relativamente baixos.

Sendo assim, comparativamente com matérias-primas utilizadas, a utilização de pés de frango apresenta vantagens competitivas em relação ao custo da matéria-prima suína. Segundo Roque (1996), pés de frango são ricos em proteína, com 4,6% do tipo colágeno e são geralmente de qualidade superior às aquelas obtidas de ossos.

Essa vantagem é verificada nos estudos de Alves & Prudêncio Ferreira (2002) que extraíram materiais colagenosos de peles e pés de frangos. O rendimento dos materiais colagenosos desidratados foi cerca de 16% em relação ao peso de peles e tendões "in natura". Este trabalho também relata que de uma carcaça suína normal pode ser retirado, em média, 5,5 kg de pele e desta é obtida uma solução de apenas aproximadamente 5% de gelatina após processo de extração.

Desse modo, um destino alternativo é dado aos pés de frango resultando em um produto com diversas propriedades funcionais benéficas e com diferentes aplicabilidades em indústrias de alimentos, farmacêuticas e fotográficas.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que todos os métodos de pré-tratamento, utilizando pés de frango, resultaram em uma gelatina com parâmetros de qualidade e resultados favoráveis. Todas as amostras apresentaram alto conteúdo proteico, valor Bloom de médio a alto e baixo teor de cinzas.

Sendo assim, o método de pré-tratamento a ser utilizado depende consideravelmente da aplicabilidade em que a gelatina será utilizada, onde alguns de seus resultados são necessários a determinadas aplicações, como exemplo fabricação de cápsulas farmacêuticas (Bloom alto), consistência e estabilidade de alguns alimentos (Bloom alto) e produtos de confeitaria (Bloom baixo).

De um modo geral, a gelatina do pré-tratamento com hidróxido de sódio apresentou resultados mais favoráveis, como a cor mais clara, Bloom alto, alto conteúdo de proteína e baixo teor de cinzas.

O processo utilizando pés de frango apresenta-se como um modo viável tecnologicamente, pois apresenta alto conteúdo de colágeno sendo uma matéria-prima barata e considerada como resíduo na indústria avícola.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Pesquisar a influência do Ponto Isoelétrico (pI) da gelatina, verificando sua coacervidade e separação de fases.
- Verificar a possibilidade de aplicações em embalagens.
- Realizar a secagem em liofilizador e a desodorização da gelatina.
- Analisar adequadamente o rendimento (massa de pé de frango/massa de gelatina liofilizada), analisando sua viabilidade técnica.

REFERÊNCIAS

ALFARO, Alexandre da Trindade. **Otimização das condições de extração e caracterização da gelatina de pele de tilápia (*Oreochromis urolepis hornorum*)**. 130f. 2008. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

ALFARO, A. T.; COSTA, C. S.; JESUS, F. R.; COSTA, R.; KUHN, C.; BORGES, C.; PRENTICE, C. **Processamento e caracterização de gelatina de ossos de pescada (*Macrodon ancylodon*)**. Universidade Federal de Pelotas. Disponível em: <www.ufpel.edu.br/cic/2004/arquivos/CA_01245.rtf>. Acesso em: 8 abr. 2013.

ALVES, Sandra Geres Tavares.; PRUDENCIO-FERREIRA, Sandra Helena. Propriedades funcionais de material colagenoso de pés de frango. **ALAN.**, vol.52, n.3, pp. 289-293, 2002.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Informes Técnicos - Informe Técnico - nº 34 de 31 de outubro de 2007**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/34_311007.htm>. Acesso em: 2 abr. 2013.

A.O.A.C. **Association of Official Analytical Chemist**. Official methods of analysis, 16 ed., Arlington, v.1-2, 1998.

ALMEIDA, Poliana Fernandes. **Análise da Qualidade de Gelatina obtida de tarsos de frango e aspectos envolvidos no processo produtivo**. 135f. 2012. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2012.

ALMEIDA, Poliana Fernandes; VANALLE, Rosângela Maria; SANTANA, José Carlos Curvelo. Produção de Gelatina: Uma perspectiva competitiva para a cadeia produtiva de frango de corte. **Rev. Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n.1, p.63-76, 2012.

ANDREUCETTI, Caroline. **Desenvolvimento e Caracterização de filmes biodegradáveis a base de gelatina, plastificantes hidrofóbicos e surfactantes naturais**. 2010. 271 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

BANDEIRA, Sidney Fernandes. **Extração e Caracterização da gelatina obtida de cabeças de carpa (*Aristichthys mobilis*)**. 2009. 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2009.

BATISTA, Juliana Alves. **Desenvolvimento, Caracterização e Aplicações de Biofilmes a Base de Pectina, Gelatina e Ácidos Graxos em Bananas e Sementes de Brócolos**. 2004. 140f. Dissertação (Mestre em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BERTAN, Larissa Canhadas. **Desenvolvimento de filmes simples e compostos a base de gelatina, ácidos graxos e breu branco**. 2003. 149 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

BILUCA, Fabíola Carina; MARQUETTI, Carline; ALFARO, Alexandre da Trindade. **Produção de gelatina de pele e ossos de bagre (*Clarias gariepinus*)**. *Rev. Brasileira de Tecnologia Industrial.*, Ponta Grossa, v.5, p.418-426, 2011.

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.

BUENO, Camila Moraes Marques. **Extração e caracterização de gelatina de pele de tilápia e aplicação como agente encapsulante de óleo de salmão em micropartículas obtidas por coacervação complexa**. 2008. 133 f. Dissertação (Mestre em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

CARVALHO, Rosemary Aparecida. **Desenvolvimento e Caracterização de Biofilmes a base de Gelatina**. 1997. 143f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

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

CHAVES, Maria da Conceição Veloso. GOUVEIA, Josivanda P. G. ALMEIDA, Francisco de Assis C. LEITE, Cleidimário Araújo. SILVA, Flávio Luiz Honorato.

Caracterização físico-química do suco de acerola. **Rev. Biologia e Ciência da Terra.**, v.4, n.2, 2004.

CHAUDRY, Zahra F.; ROCHA, José L.; PLEPIS, Ana Maria G.; ROSSI, M; GOISSIS, Gilberto. Preparação e caracterização de colágeno aniônico por hidrólise seletiva de grupos carboxamida internos. **Polímeros: Ciência e Tecnologia.**, São Paulo, p. 40-46, abr/jun. 1997.

COLE, C. G. B. **Gelatine Clarity**. Dr. Bernard Cole's Home Page. Disponível em: <<http://www.gelatin.co.za/Gelatine%20Clarity..pdf>>. Acesso em: 2 abr. 2013.

COLE, C. G. B.; ROBERTS, J. J. Gelatine colour measurement. **Meat Science.**, v.45 (1), 1997. Disponível em: <<http://www.gelatin.co.za/cop6-ms.htm>>. Acesso em: 2 abr. 2013.

DAVANÇO, Taciana. **Desenvolvimento e Caracterização de Biofilmes à base de Gelatina, Triacetina, Ácido esteárico ou Ácido capróico e Surfactantes**. 2006. 155f. Dissertação (Mestre em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

D'AVILA, Viviane Dalla Lana. **Biofilmes à base de gelatina, aplicados na conservação de frutos de Mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade)**. 2010. 117f. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

EON, Jing; PAULING, John; STWART, MELLO, Lucas. Review - Utilization of Collagen and Gelatin. *Food Hydrocolloids (In Press)*. 2013.

FAKHOURI, Farayde Matta. **Bioplásticos flexíveis e biodegradáveis à base de amido e gelatina**. 2009. 271 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

GELITA DO BRASIL. **Aplicações da Gelatina**. Disponível em: <<http://www.gelita.com/pt/aplicacoes/mehr-nur-lebensmittel>>. Acesso em: 02 fev. 2013.

IRWANDI, J.; FARIDAYANTI, S.; MOHAMED, E. S. M.; HAMZAH, M. S.; TORLA. H. H.; CHE MAN, Y. B. Extraction and characterization of gelatin from different marine fish species in Malaysia. **International Food Research Journal.**, v.16, p. 387-389, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008.

JESUS, Chelry Fernanda Alves. Análise sensorial aplicada a escolha da fragrância em um amaciante de roupa. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer., Goiânia, v.6, n.11. 2010.

KOOLMAN, Jan; RÖHM, Klaus-Heinrich. **Bioquímica: texto e atlas**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

LIU, D. C.; LIN, Y. K.; CHEN, M. T. Optimum condition of extracting collagen from chicken feet and its characteristics. **Asian-Aust. J Anim. Sci.**,v.14, n.11, p.1638-1644, 2001.

LOPES, R. L. T. **Utilização de tarsos de aves para elaboração de gelatina comestível**. 1976. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1976.

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.

MARTINS, Cleverson A. F.; MIGUEL, Marilis D.; ZANIN, Sandra M. W. Utilização de material colagenoso e gorduroso extraído de peles de frango na indústria alimentícia, cosmética e de sabão. **Visão Acadêmica.**, Curitiba, v.10, n.2, jul/dez, 2009.

NUNES, Y. L.; CLAUDINO, R. L.; SOUZA FILHO, M. M.; ROSA, M. F.; ITO, E. N. **Gelatina de Pescado: Alternativa de valorização como matriz polimérica**. Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <cbecimat.com.br/resumos/trabalhos_completos/406-074.doc>. Acesso em: 2 abr. 2013.

PRESTES, Rosa Cristina. Colágeno e seus derivados: Características e Aplicações em Produtos Cárneos. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**, v.15, p. 65-74, 2012.

ROQUE, Vânia Ferreira. **Aproveitamento de resíduos de carne de frango: uma análise exploratória**. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Programa de Pós-

graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta96/vania/intro/intro.htm>>. Acesso em: 8 abr. 2013.

SADER, Márcia Soares. **Fosfato tricálcico substituído por magnésio e compósito magnésio – carbonato apatita – colágeno aniônico como potencial substituto ósseo.** 2010. 73 f. Tese (Doutorado 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, 2010.

SANTOS, Felipe F. **Qualidade bacteriológica de pés de frangos de corte em diferentes etapas do processamento tecnológico.** 2010. 70 f. Dissertação (Mestre em Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.

SCHMITZ, Vando Ulrich, BANDEIRA, Sidney Fernandes, ESQUERDO, Vanessa Mendonça, FEISTER, Vódice Amoroz, PINTO, Luiz Antônio de Almeida. Propriedades físicas de gelatina obtidas a partir de cabeças de corvina. **XIX Encontro de Pós-Graduação UFPEL.** Disponível em: <www.ufpel.edu.br/cic/2010/cd/pdf/CA/CA_01545.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2013.

SEBIO, Leonard. **Desenvolvimento de plástico biodegradável a base de amido de milho e gelatina pelo processo de extrusão: Avaliação das propriedades mecânicas, térmicas e de barreira.** 2003. 179f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SENA, Lídia Ágata. **Produção e caracterização de compósitos hidroxiapatita-colágeno para aplicações biomédicas.** 2004. 107 f. 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.

SILVA, Roberto de Souza Gomes da; BANDEIRA, Sidney Fernandes; PETRY, Fabiane Cristina; PINTO, Luiz Antonio de Almeida. Extração de gelatina a partir das peles de cabeças de carpa comum. **Ciênc. Rural.**, vol. 41, n. 5, p. 904-909, mai. 2011.

SOUZA, Carla Oliveira. **Obtenção de cultura de células 3D em substrato definido.** 2004. 65 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Biomédica) – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2004.

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

TEIXEIRA, Lilian Viana. Análise Sensorial na Indústria de Alimentos. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”.**, v.64, n. 366, p.12-21, Jan/Fev, 2009.

TORRE, Jussara Carvalho de Moura Della. **Proteínas de soja e colágeno: Validação das metodologias de quantificação e avaliação tecnológica do uso em produtos cárneos.** 2004. 261 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade Estadual de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **História da Avicultura no Brasil.** Disponível em: <<http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=2675>>. Acesso em: 24 abr. 2012.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório Anual Ubabef 2012.** Disponível em: <<http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=3293>>. Acesso em: 27 jan. 2013.