

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

RICARDO ALEXANDRE JORGE

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE  
GELATINA PROVENIENTE DE TARSOS DE FRANGO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO  
2018

RICARDO ALEXANDRE JORGE

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE  
GELATINA PROVENIENTE DE TARSOS DE FRANGO**

Trabalho de Conclusão de Curso de  
Graduação de Tecnologia de Alimentos da  
Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná – UTFPR, campus Campo Mourão  
como requisito parcial para a obtenção do  
título de tecnólogo.

Orientadora: Prof. Dra. Angela Maria  
Gozzo

CAMPO MOURÃO  
2018



Ministério da Educação  
**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
*Campus Campo Mourão*  
*Coordenação dos Cursos Superiores de Tecnologia em Alimentos e*  
*Engenharia de alimentos*

---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE  
GELATINA PROVENIENTE DE TARSOS DE FRANGO

Por

RICARDO ALEXANDRE JORGE

Este trabalho de conclusão de curso (tcc) foi apresentado em 23 de novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em tecnologia de alimentos. O candidato foi arguido pela banca examinadora, composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado

Angela Maria Gozzo

Augusto Tanamati

Fabio Scopel

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente a minha orientadora, Dr<sup>a</sup>. Angela Maria Gozzo, pela a oportunidade de realizar esse trabalho, pelo carinho, paciência, auxílio, compreensão, apoio e compartilhamento de conhecimentos e experiências.

Aos professores, Augusto Tanamati e Fabio Scopel pelo tempo e importância de e ser minha banca para avaliação desse trabalho.

Meus eternos agradecimentos a todos os professores pelo conhecimento prestado que foram tão importantes na minha vida acadêmica e formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender.

Aos meus pais e minha irmã que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, me ajudando ou tornando esta vida mais feliz.

## RESUMO

Jorge, R. A. **Extração e caracterização físico-química e reológica de gelatina proveniente de tarsos de frango** 2018. 39 f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Campo Mourão, 2018.

Devido ao elevado volume de produção de carne de frango, sobram como subprodutos partes menos nobres, como o pé de frango. No entanto, este contém altos teores de colágeno, e sua extração pode agregar valor aos produtos tidos como secundários. A gelatina é uma proteína de origem animal, derivada da hidrólise controlada do colágeno, denominados colágenos hidrolisados, e estes são muito utilizados nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica devido às suas propriedades emulsificantes, espumantes, clarificantes e estabilizantes, além de serem amplamente utilizados na formação de películas biodegradáveis e atuar como agente microencapsulante. Desta forma, o objetivo principal do estudo foi realizar a extração do colágeno total e parcialmente hidrolisado, proveniente dos pés do frango, utilizando diferentes métodos de pré-tratamento para obtenção da proteína, verificando suas características físico-químicas, reológicas e de textura. As gelatinas obtidas apresentaram comportamento pseudoplástico com presença de tixotropia, valor de Bloom variando entre médio a alto, elevado teor de proteínas e uma porcentagem baixa de cinzas e lipídeos, o que lhe confere uma adequada qualidade.

Palavras chave: Gelatina, Subprodutos Avícolas, Reologia.

## Abstract

Jorge, R. A. **Extração e caracterização físico-química e reológica de gelatina proveniente de tarsos de frango** 2018. 39 f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Campo Mourão, 2018.

Due to the high volume of chicken production, less noble parts such as the chicken leg are left as byproducts. However, this contains high levels of collagen, and its extraction can add value to products taken as secondary. The gelatine is an animal protein derived from the controlled hydrolysis of collagen, called hydrolyzed collagens, and these are widely used in the food, cosmetic and pharmaceutical industries because of their emulsifying, foaming, clarifying and stabilizing properties, besides being widely used in the formation of biodegradable films and acting as microencapsulating agent. The main objective of the study will be to extract the total and partially hydrolyzed collagen from the feet of the chicken using different pretreatment methods to obtain the protein, checking its physical-chemical, rheological and texture characteristics. The gelatines obtained were of good quality with a medium to high Bloom, high protein content and a low percentage of ash and lipids, which gives it an adequate quality.

Keywords: Gelatine, Poultry subproducts, rheology.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Pré-tratamento ácido realizado com ácido clorídrico.

Figura 2: Pré-tratamento ácido realizado com ácido acético.

Figura 3: Pré-tratamento ácido realizado com ácido acético e processo de evaporação.

Figura 4: Pré-tratamento neutro, realizado somente com água.

Figura 5: Pré-tratamento enzimático realizado com papaina.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Porcentual de rendimento dos hidrocolóides.

Tabela 2. Comparações de porcentual de rendimento dos hidrocolóides.

Tabela 3. Comparações de teor de umidade.

Tabela 4. Análises de proteínas.

Tabela 5. Comparações de porcentual de proteínas dos hidrocolóides.

Tabela 6. Determinação do Extrato Etéreo (Lipídeos).

Tabela 7. Comparações de porcentual de lipídeos dos hidrocolóides.

Tabela 8. Determinação do pH.

Tabela 9. Comparações de porcentual de pH dos hidrocolóides.

Tabela 10. Determinação de cinzas.

Tabela 11. Comparações de porcentual de cinzas dos hidrocolóides.

Tabela 12. Parâmetros matemáticos obtidos pelo Modelo de Casson.

Tabela 13. Parâmetros matemáticos obtidos pelo Modelo Lei da Potência.

Tabela 14. Parâmetros matemáticos obtidos pelo Modelo Bingham

Tabela 15. Parâmetros matemáticos obtidos pelo Modelo Herschel-Bulkley

Tabela 16. Análises de Bloom.

## **ANEXOS**

Termo de aprovação

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVO</b>	<b>9</b>
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA</b>	<b>10</b>
COLÁGENO	10
GELATINA	11
COLÁGENOS HIDROLISADOS	11
<b>4. MATERIAIS E METODOS</b>	<b>13</b>
AMOSTRAS	13
EXTRAÇÃO DO COLÁGENO HIDROLISADO	13
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	15
Determinação do rendimento	15
Determinação da umidade	15
Determinação das proteínas	16
Determinação do extrato etéreo (lipídeos)	16
Determinação do ph	16
CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA E DE TEXTURA	16
Curvas de escoamento	16
Força gel (bloom)	17
4.5 Análise estatística	17
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>17</b>
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA:	17
REOLOGIA	29
MODELAGEM MATEMÁTICA	32
ANÁLISES DE FORÇA DO GEL	33
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>35</b>

7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	36
8.	ANEXOS .....	39

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a “Pesquisa Trimestral do Abate de Animais” feito pelo IBGE, foram abatidas no Brasil em até junho de 2018 mais de 6 milhões de toneladas de carne de frango (IBGE).

Segundo o relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal, em 2017 a produção brasileira de carne de frango foi de 13,05 milhões de toneladas, e 33.1% da produção foi destinado a exportações, onde 29% das exportações foram de frangos inteiros, 63% cortes, 3% salgados, 3% industrializados e 2% embutidos. O consumo per capita de carne de frango foi de 37.02 Kg por habitante (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, 2018).

Devido ao elevado volume de produção 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, cujo valor comercial é menor. O aproveitamento dos subprodutos, além de agregar valor e gerar capital, pode diminuir problemas de higiene industrial (JOSIMAR SEBEN; JANIÉLEN; CRISTIANE, MÁRCIO, 2017)

Especialmente os pés do frango possuem uma importância financeira muito baixa, porém, em sua constituição são encontradas elevadas quantidades de proteínas, contendo altos teores de colágeno, o que possibilita elevar o valor agregado destes subprodutos (FERREIRA, 2013).

O método de extração afeta as propriedades físico-químicas da gelatina. (MONTERO E GOMEZ-GUILLEN, 2000). As propriedades funcionais das gelatinas, como rigidez do gel, viscosidade e capacidade de intumescência, dependem das suas propriedades físico-químicas e estruturais, as quais são determinantes para decidir sua aplicabilidade. A força do gel é a principal propriedade da gelatina e esta característica determina seu valor comercial (SILVA et al, 2011).

A carência de pesquisas realizadas no estudo da extração e caracterização de hidrocolóides a partir de subprodutos de frango incentivou a realização deste trabalho, buscando aumentar a aplicação dos recursos industriais e minimizar problemas ambientais, promovidos pelo rejeito dos resíduos formados.

## 2. OBJETIVO

O objetivo principal do trabalho foi realizar a extração do colágeno total e parcialmente hidrolisado, proveniente dos pés do frango, utilizando diferentes métodos de pré-tratamento para obtenção da proteína, verificando suas características físico-químicas, reológicas e de textura.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Extrair o colágeno hidrolisado do pé do frango, a partir de 5 métodos de pré-tratamento, analisando viabilidade técnica e as características dos métodos de extração empregados.
- Caracterizar as amostras físico-quimicamente, quanto à umidade, cinzas, proteína, lipídeos, pH e rendimento.
- Analisar as características reológicas das amostras a partir de curvas de escoamento.
- Determinar a força gel (Bloom) dos sistemas obtidos, analisando possíveis aplicações.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

#### COLÁGENO

O colágeno é uma proteína estrutural e é formada por três cadeias polipeptídicas alfa com mais de mil aminoácidos, sendo organizados em forma de tripla-hélice, assim há possibilidade de diversos tipos de ligações, conferindo uma infinidade de aplicações na indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica (BORDIGNON, 2010).

Pode ser encontrado em tecidos conjuntivos ao longo do corpo como ossos, cartilagem, tendões, pele, veia, dentes e músculos, sendo um ingrediente funcional importante para a produção de gelatina (MOLINARI, 2014). O termo colágeno vem do grego, sendo *Kolla* (cola) e *Geno* (produção), ou seja, produção de cola animal proveniente de diferentes matérias primas (PRESTES, 2012). A partir do colágeno são comumente obtidos o colágeno parcialmente hidrolisado (gelatina) e o colágeno hidrolisado.

A molécula do colágeno apresenta uma estrutura simples e é insolúvel em água, em virtude da grande concentração de aminoácidos hidrofóbicos (SILVA e PENNA, 2012). A superposição de várias triplas hélices produz as fibras de colágeno que são estabilizadas por meio de ligações cruzadas e formam uma estrutura de rede tridimensional. Esta estrutura é responsável pela insolubilidade do colágeno, que através de uma hidrólise parcial, bastante forte é transformado em colágeno solúvel, resultando em colágeno hidrolisado (BORDIGNON, 2010).

De acordo com sua estrutura macromolecular, o colágeno pode ser dividido em três grupos:

- Grupo “a”: colágeno fibroso estriado (incluindo os tipos I, II e III);
- Grupo “b”: colágeno não fibroso (tipo IV ou da membrana basal);
- Grupo “c”: colágeno que compreende a proteína miofibrilar que inclui os tipos VI e VII (matriz miofibrilar), V, IX e X (colágeno pericelular), e VIII e XI que ainda não foram classificados (MOLINARI, 2014).

## GELATINA

A gelatina é uma proteína de origem animal, derivada da hidrólise controlada do colágeno obtido de diversas fontes como bovinos, suínos, pescados e frangos. Apresenta uma cadeia proteica simples, resultante da desnaturação térmica ou degradação física e enzimática das fibras proteicas insolúveis do colágeno (FERREIRA, 2013). É composta por proteína (84-85%), água (9-12%) e sais minerais (1-3%). Apresenta elevado conteúdo de sódio e cálcio e traços de gordura; se caracterizando por ser um hidrocolóide com natureza hidrofílica, sendo proveniente da hidrólise parcial do colágeno animal (ROJAS, 2014).

Comercialmente existem dois tipos de gelatinas, as quais diferem no tipo de tratamento utilizado para iniciar a hidrólise da matéria prima. As gelatinas obtidas por tratamento ácido são designadas do tipo A, enquanto que as do tipo B são as obtidas por tratamento alcalino (BATISTA, 2004).

A força do gel é a principal propriedade da gelatina e esta característica determina seu valor comercial. A qualidade da gelatina é também determinada por suas propriedades funcionais físico-químicas e estruturais, como rigidez do gel, viscosidade, capacidade de intumescência que serão determinantes para definir sua aplicabilidade. (SILVA et al, 2011).

O método de extração afeta as propriedades físico-químicas da gelatina. O grau de conversão do colágeno em gelatina está relacionado à severidade dos processos de pré-tratamento e extração, que dependem do pH, temperatura e tempo de extração (MONTERO E GOMEZ-GUILLEN, 2000).

## COLÁGENOS HIDROLISADOS

Os colágenos hidrolisados podem ser definidos como proteínas cindidas química ou enzimaticamente, produzindo peptídeos de diferentes tamanhos. A hidrólise com enzimas é uma alternativa em crescente expansão para a produção de hidrolisados cuja finalidade seja as aplicações nutricionais, substituindo métodos químicos rigorosos geralmente utilizados. A hidrólise enzimática pode produzir peptídeos bem definidos, enquanto que as hidrólises ácida e alcalina podem destruir

L-aminoácidos, produzindo D-aminoácidos e ainda formar substâncias tóxicas como a lisina-alanina (SCHMIDT, 2008).

Enzimas são proteínas catalisadoras de reações químicas, uma enzima catalisa ou acelera uma reação, de modo que a velocidade da reação seja compatível com o processo bioquímico essencial para manter a enzima ativa. O que caracteriza as enzimas é seu poder catalítico e sua especificidade e estas características são afetadas principalmente pela temperatura e pH do sistema em que se encontram. Cada enzima possui um pH característico em que sua atividade é máxima, acima ou abaixo deste pH a atividade se reduz (AMARAL,2008). As enzimas utilizadas comercialmente para hidrólise de produtos cárneos são de origem vegetal, principalmente a papaína, ficina e bromelina, provenientes do mamão, do figo e do abacaxi, respectivamente (SCHMIDT, 2008).

Os colágenos hidrolisados, principalmente a gelatina, são muito utilizados nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica devido às suas propriedades emulsificantes, espumantes, clarificantes e estabilizantes, além de ser amplamente utilizada na formação de películas biodegradáveis e atuar como agente microencapsulante (SILVA e PENNA, 2012).

Na indústria alimentícia, sua aplicação ocorre como:

- Ingredientes para aumentar a elasticidade, consistência e estabilidade de produtos;
- Clarificante de bebidas, como vinho branco, cervejas, sucos de frutas;
- Espessantes, estabilizadora e texturizadora de iogurtes, sorvetes.

Devido as diferentes aplicações, é importante que a forma de extração possibilite gelatinas boas e variadas propriedades físico-químicas, reológicas e de textura (BORDIGNON, 2010).

Na indústria cinematográfica a emulsão de gelatina, juntamente com nitrato de prata, é utilizada para revestir a base das películas, tornando-as sensíveis a luz e influenciando na cor das imagens (DÍAZ-CALDERÓN et al., 2017).

A sua capacidade de solubilizar e gelificar na presença de água e de formar um gel termo-reversível é o que a torna um hidrocolóide capaz de suprir todas as aplicações desejadas (BORDIGNON, 2010). Atualmente no mercado não existe nenhum outro hidrocolóide que apresente todas essas propriedades (DÍAZ-CALDERÓN et al., 2017).

## 4. MATERIAIS E METODOS

### AMOSTRAS

As amostras de pé de frango foram adquiridas refrigeradas diretamente do comércio. Os subprodutos foram lavados em água corrente e mantidos congelados à  $-18^{\circ}\text{C}$  até o início dos pré-tratamentos, sendo utilizado em média 250 g de subproduto para cada extração. Os reagentes (SIGMA) e insumos utilizados nas análises foram comprados buscando as maiores purezas.

### EXTRAÇÃO DO COLÁGENO HIDROLISADO

Ao iniciar os pré-tratamentos, as amostras foram descongeladas e lavadas novamente em água corrente para eliminar quaisquer resíduos.

A extração do colágeno hidrolisado foi realizada a partir de cinco métodos, todos, exceto os métodos neutro e enzimático, foram desenvolvidos em escala piloto por Ferreira (2013) com adaptações. Nos pré-tratamentos foram utilizados os pés cortados. Ao todo, foram realizados três tratamentos ácidos (gelatina do tipo A), um tratamento neutro e um tratamento enzimático.

O primeiro pré-tratamento (Figura 1) realizado ocorreu a partir da imersão dos subprodutos (250g) em solução de ácido clorídrico (HCl) a 0,3% durante 24h. Após este período, os subprodutos foram lavados, sendo adicionado aproximadamente 400mL de água destilada, submetidos à correção do pH para 6,0 com hidróxido de sódio (NaOH) para então, ser mantido em cocção a  $60^{\circ}\text{C}$  durante 6 horas. Após a cocção, a amostra foi filtrada e resfriada até temperatura ambiente.



Figura 1: Pré-tratamento ácido realizado com ácido clorídrico

O segundo método para extração (Figura 2) foi realizado a partir do pré-tratamento da amostra em ácido acético a 4,5% durante 4 horas. Após o pré-tratamento, as amostras foram lavadas em água corrente e, então, submetidas à cocção a 65°C durante 6 horas. Após a cocção, a amostra foi filtrada e resfriada até temperatura ambiente.

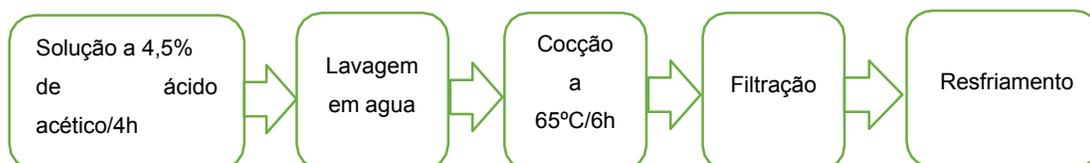


Figura 2: Pré-tratamento ácido realizado com ácido acético

O terceiro método de pré-tratamento (Figura 3) foi realizado da mesma forma que o anterior, porém após a filtragem, a amostra foi submetida à evaporação a 90°C até seu volume reduzir em 1/3. Após a cocção, a amostra foi filtrada e resfriada até temperatura ambiente.



Figura 3: Pré-tratamento ácido realizado com ácido acético e processo de evaporação.

O quarto método de extração, apresentado na Figura 4, foi realizado a partir da imersão da matéria-prima em cocção somente com água a  $95 \pm 2^\circ\text{C}$  por 30 minutos. Após a cocção, a amostra foi filtrada e resfriada até temperatura ambiente.



Figura 4: Pré-tratamento neutro, realizado somente com água.

No quinto método (Figura 5), os subprodutos foram imersos em solução de 10% de papaína por 10 minutos, e após submetidos a temperatura de 70 °C em água pura (pH = 6,7) por 30 minutos. Este pré tratamento foi baseado nas pesquisas realizadas por Damrongsakkul et al. (2008). Após a cocção, a amostra foi filtrada e resfriada até temperatura ambiente.

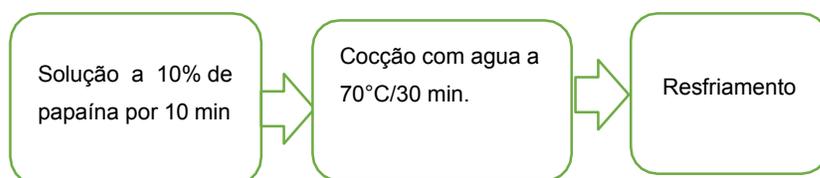


Figura 5: Pré-tratamento enzimático realizado com papaína.

Após a gelificação das amostras, as mesmas foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar a 50°C por 24 a 48h, até obter umidade de 5%.

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

As análises físico-química de rendimento, umidade, proteínas, lipídeos e pH foram realizadas afim de caracterizar a gelatina obtida.

### Determinação do rendimento

O cálculo do rendimento das extrações foi realizado a partir da relação entre o peso do hidrolóide seco (até umidade de 5%) e o peso da matéria-prima úmida de acordo com a equação 1.

$$Rendimento = \frac{\text{peso do hidrolóide seco}}{\text{peso da pele úmida}} \times 100 \quad (\text{eq.1})$$

### Determinação da umidade

A umidade foi determinada a partir da secagem da amostra em estufa a 105°C até que as mesmas atingissem 5% (g/g) de umidade, 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.

#### Determinação das 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).

#### Determinação do extrato etéreo (lipídeos)

A quantidade de extrato etéreo presente nas amostras, foi determinada através do método de Soxhlet, conforme Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008).

#### Determinação do pH

O pH das amostras foi determinado por processos eletrométricos (medidor direto de pH).

### CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA E DE TEXTURA

#### Curvas de escoamento

Para a determinação da viscosidade, as amostras foram preparadas em banho de água, a 45 °C, até estarem completamente dissolvidas (TAVAKOLIPOUR, 2011), em seguida foram efetuadas as curvas de escoamento por viscosímetro rotativo Brookfield modelo DVIII.

Os ensaios foram realizados à temperatura ambiente (25 °C), com intervalos fixos de taxas de deformação, os valores da viscosidade aparente e da tensão de cisalhamento foram adquiridos em função das taxas de deformação, as quais foram estabelecidas em pré-testes, segundo o limite máximo do torque do equipamento.

## Força gel (bloom)

Para as análises de Bloom e medida da força do gel, as amostras foram hidratadas de acordo com a metodologia descrita por Bueno (2008) onde foram preparadas soluções de gelatina a 6,67% (p/p) com água destilada, mantidas em temperatura ambiente durante duas horas e, posteriormente em banho-maria a 60°C por uma hora para completa dissolução. A seguir as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente durante 30 minutos para então serem distribuídas em quantidades de 30mL. Em seguida, os recipientes contendo amostras foram cobertos com papel alumínio e armazenados em estufa B.O.D. para maturação a 10°C por 18 horas. Feito isto, as amostras foram transferidas para um Texturômetro TAXT2 e procedendo a análise de força do gel.

### 4.5 Análise estatística

As análises de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e Bloom foram realizadas em triplicata. A análise estatística dos dados foi efetuada com auxílio do software Excel a partir do teste de Tukey com intervalo de 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ). As curvas de escoamento foram ajustadas através do software Origin.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA:

A Tabela 1 apresenta o rendimento da extração de gelatina, determinada nos 5 métodos de pré-tratamento distintos. A amostra 1 foi pré-tratada com ácido clorídrico. A amostra 2, ácido acético; já a amostra 3 foi pré-tratada com ácido acético e processo de evaporação a 90°C até seu volume reduzir em 1/3. A amostra 4 o pré-tratamento foi neutro, realizado somente com água. E a amostra 5 foi realizado um pré-tratamento enzimático com papaína.

Tabela 1. Porcentual de rendimento dos hidrocolóides.

TRATAMENTOS	RENDIMENTO (%)	
Pre-tratamento 1	9,47 ± 0,075	a
Pre-tratamento 2	8,26 ± 0,902	a
Pre-tratamento 3	14,13 ± 0,569	b
Pre-tratamento 4	5,24 ± 0,595	c
Pre-tratamento 5	8,24 ± 0,570	a

\*Amostras com letras diferentes na mesma coluna, são significativamente diferentes no teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Pré-tratamento 1 (ácido clorídrico); Pré-tratamento 2 (ácido acético); Pré-tratamento 3 (ácido acético com evaporação); Pré-tratamento 4 (neutro – água) e Pré-tratamento 5 (enzimático).

O rendimento da extração de gelatina do pé de frango ficou entre 5.24 a 14.13%. Observando a Tabela 1, pode-se terminar que o pré- tratamento 3, realizado com ácido acético e processo de evaporação é o que obteve maior rendimento, comparando com o pré-tratamento 2 que é realizado com ácido acético, porém sem a evaporação, podemos concluir que esse maior rendimento é devido ao processo de evaporação. Pode-se verificar que, o pré-tratamento 1 (ácido, realizado com ácido clorídrico); pré-tratamento 2 (ácido, realizado com ácido acético) e o pré-tratamento 5 (enzimático, realizado com papaína) não tiveram diferenças significativas. O Pré-tratamento 4 (neutro, realizado somente com água) foi o que alcançou o menor rendimento. O rendimento maior dos tratamentos envolvendo ácidos, bases e enzimas provavelmente é superior devido a quebras das ligações não-covalentes perante o pré-tratamento químico, desorganizando a estrutura das proteínas; posteriormente, um tratamento térmico fragmenta as ligações covalentes, desestabilizando a estrutura e causando a conversão de colágeno ligado em gelatina solúvel.

Na Tabela 2, encontram-se as comparações do rendimento das extrações entre diversos autores.

Tabela 2. Comparações de percentual de rendimento dos hidrocolóides.

TRABALHO DE PESQUISA	PRE-TRATAMENTO	MATÉRIA-PRIMA UTILIZADA	RENDIMENTO OBTIDO (%)
Bueno et al. (2011)	Hidróxido de sódio. seguida de ácido acético.	Pele de tilapia	18,30
Alfaro (2008)	Hidróxido de sódio ácido sulfúrico	Cabeça de carpa	1.50 a 2.30
Molinari (2014)	Ácido clorídrico.	Pele de tilapia	10,38
	Água.		6,21
	Ácido acético		9,37
	Ácido acético com evaporação		12,08
Almeida (2012)	Ácido acético	Tarsos de frango (pés)	5,33
Ferreira (2013)	Ácido acético com evaporação.	Pés de frango	Não consta a análise.
	Ácido acético sem evaporação.		
	Ácido clorídrico.		
	Peróxido de hidrogênio e ácido sulfúrico.		
Neste estudo	Ácido clorídrico.	Pés de frango	9,47
	Ácido acético sem evaporação.		8,26
	Ácido acético com evaporação.		14,13
	Neutro (água).		5,24
	Enzimático (papaína).		8,24

No presente estudo, o rendimento obtido variou entre 5,24 a 14,13, podendo afirmar que se manteve semelhante ao estudo realizado de pele de tilápia por Molinari (2014) e tarso de frango, Almeida (2012). Nos demais estudos verificados, Alfaro (2008) obteve valores de rendimento inferiores e Bueno et al. (2011) verificou valores superiores a este trabalho.

A umidade foi determinada a partir da secagem da amostra em estufa a 105°C durante 6 horas. O valor obtido para todas as amostras foi de 5%, este já era esperado devido ao processo de extração, onde a umidade final estabelecida durante o processo foi fixada em 5%. A escolha deste valor ocorreu de tal forma que as umidades das gelatinas extraídas permaneçam dentro dos critérios estabelecidos pela legislação ao mesmo tempo em que a quantidade de água do sistema não interfira nas análises reológicas.

Na Tabela 3 encontram-se as comparações da umidade das amostras entre diversos autores.

Tabela 3. Comparações de teor de umidade.

<b>TRABALHO PESQUISA</b>	<b>DE</b>	<b>PRÉ-TRATAMENTO</b>	<b>MATÉRIA-PRIMA UTILIZADA</b>	<b>UMIDADE OBTIDO (%)</b>
Bueno et al. (2011)		Hidróxido de sódio. seguida de ácido acético.	Pele de tilapia	9.3
Alfaro (2008)		Hidróxido de sódio ácido sulfúrico	Cabeça de carpa	Não consta a análise
Molinari (2014)		Ácido clorídrico.  Água.  Ácido acético  Ácido acético com evaporação	Pele de tilapia	9.54  5.34  7.54  7.19
Almeida (2012)		Ácido acético	Tarsos de frango (pés)	9.74
Ferreira (2013)		Ácido acético com evaporação.  Ácido acético sem evaporação.  Ácido clorídrico.  Peróxido de hidrogênio e ácido sulfúrico.	Pés de frango (análise do gel e não das amostras previamente secas).	91.1  95.0  97.2  97.7

Neste estudo	Todas as extrações (ácido clorídrico, ácido acético sem evaporação, ácido acético com evaporação, neutro (água), enzimático (papaína).	Pés de frango	5
--------------	--	---------------	---

Comparando as análises, o teor de umidade deste estudo é o que contém o menor valor, justamente por ser uma umidade estabelecida durante a extração.

A média de proteínas dos diferentes pré-tratamentos é apresentada na Tabela 4. A análise foi realizada a partir do método de Kjeldahl.

Tabela 4. Análises de proteínas.

TRATAMENTOS	PROTEINAS (%)	
Pre-tratamento 1	70,1 ± 2,290	a
Pre-tratamento 2	70,9 ± 2,364	a
Pre-tratamento 3	70,6 ± 1,848	a
Pre-tratamento 4	68,6 ± 2,150	a
Pre-tratamento 5	72,6 ± 2,873	a

\*Amostras com letras diferentes na mesma coluna, são significativamente diferentes no teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Pré-tratamento 1 (ácido clorídrico); Pré-tratamento 2 (ácido acético); Pré-tratamento 3 (ácido acético com evaporação); Pré-tratamento 4 (neutro – água) e Pré-tratamento 5 (enzimático).

As gelatinas possuem em sua composição uma grande quantidade de proteínas. Os valores percentuais de proteínas variaram de 68,6 a 72,6%. Sendo o pré-tratamento enzimático realizado com papaína (pré-tratamento 5) o que obteve o maior percentual e o pré-tratamento neutro, realizado somente com água (pré-tratamento 4) foi o que alcançou o menor percentual de proteínas. Porém não há diferenças significativas entres os pré-tratamentos.

Na Tabela 5 encontram-se as comparações de proteínas das extrações entre diversos autores.

Tabela 5. Comparações de porcentual de proteínas dos hidrocolóides.

TRABALHO DE PESQUISA	PRÉ-TRATAMENTO	MATÉRIA-PRIMA UTILIZADA	PROTEÍNAS OBTIDAS (%)
Bueno et al. (2011)	Hidróxido de sódio. seguida de ácido acético.	Pele de tilapia	88,9
Alfaro (2008)	Hidróxido de sódio ácido sulfúrico	Cabeça de carpa	81,1
Molinari (2014)	Ácido clorídrico.	Pele de tilapia	77,9
	Água.		80,2
	Ácido acético		81,5
	Ácido acético com evaporação		80,6
Almeida (2012)	Ácido acético	Tarsos de frango (pés)	78,5
Ferreira (2013)	Ácido acético com evaporação.	Pés de frango	69,5
	Ácido acético sem evaporação.		69,9
	Ácido clorídrico.		69,9
	Peróxido de hidrogênio e ácido sulfúrico.		67,5
Neste estudo	Ácido clorídrico.	Pés de frango	70,1
	Ácido acético sem evaporação.		70,9
	Ácido acético com evaporação.		70,6
	Neutro (água).		68,6
	Enzimático (papaína).		72,6

No estudo realizado, o teor de proteína obtido variou entre 68,6 a 72,6, semelhante ao estudo realizado por Ferreira (2013) que usou pés de frango. Os outros estudos verificados, Bueno et al. (2011), Alfaro (2008) Molinari (2014), Almeida (2012) obtiveram valores superiores (78,5 a 81,5%). A quantidade de proteína desta pesquisa também foi inferior ao relatado por (ROJAS, 2014), que indica a quantidade adequada de proteína em uma gelatina entre os valores 84 e 85%.

Na Tabela 6 é apresentada a quantidade de extrato etéreo (lipídeos) presente nas amostras pré-tratadas. Onde foi determinada através do método de Soxhlet.

Tabela 6. Determinação do Extrato Etéreo (Lipídeos)

TRATAMENTOS	LIPÍDEOS (%)	
Pre-tratamento 1	0,52 ± 0,28	a
Pre-tratamento 2	0,61 ± 0,01	a,b
Pre-tratamento 3	0,25 ± 0,07	a,c
Pre-tratamento 4	0,30 ± 0,05	a,c
Pre-tratamento 5	2,51 ± 0,36	d

\*Amostras com letras diferentes na mesma coluna, são significativamente diferentes no teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Pré-tratamento 1 (ácido clorídrico); Pré-tratamento 2 (ácido acético); Pré-tratamento 3 (ácido acético com evaporação); Pré-tratamento 4 (neutro – água) e Pré-tratamento 5 (enzimático).

A presença de gordura na gelatina não é uma característica desejada, neste estudo o pré-tratamento enzimático foi o que apresentou pior resultado obtendo 2,51% de lipídeos, já os demais pré-tratamentos o valor do extrato etéreo variou de 0,25 a 0,61%. É importante ressaltar que a retirada de gordura ocorreu de forma manual durante o processo, o que pode interferir drasticamente no resultado. Além disso, o elevado desvio padrão do pré-tratamento 1 indica um erro operacional na análise.

Na Tabela 7 encontram-se as comparações de lipídeos das extrações entre diversos autores.

Tabela 7. Comparações de porcentual de lipídeos dos hidrocolóides.

<b>TRABALHO DE PESQUISA</b>	<b>PRÉ-TRATAMENTO</b>	<b>MATÉRIA-PRIMA UTILIZADA</b>	<b>LIPÍDEOS OBTIDO (%)</b>
Bueno et al. (2011)	Hidróxido de sódio. seguida de ácido acético.	Pele de tilapia	0,3
Alfaro (2008)	Hidróxido de sódio ácido sulfúrico	Cabeça de carpa	0,25
Molinari (2014)	Ácido clorídrico.  Água.  Ácido acético  Ácido acético com evaporação	Pele de tilapia	0,43  3,79  0,35  0,25
Almeida (2012)	Ácido acético	Tarsos de frango (pés)	6,9
Ferreira (2013)	Ácido acético com evaporação.  Ácido acético sem evaporação.  Ácido clorídrico.  Peróxido de hidrogênio e ácido sulfúrico.	Pés de frango	Não conta a análise
Neste estudo	Ácido clorídrico.  Ácido acético sem evaporação.  Ácido acético com evaporação.  Neutro (água).  Enzimático (papaína).	Pés de frango	0,52  0,61  0,25  0,3  2,51

Os lipídeos variaram entre 0,3 a 2,51, sendo semelhante aos estudos de Alfaro (2008) e Molinari (2014). É possível verificar que as extrações estudadas neste projeto obtiveram valores superiores aos verificados por Bueno et al. (2011), no entanto não é possível observar se a diferença se deve a matéria prima utilizada pelo autor ou ao processo básico de extração. Almeida (2012) obteve, a partir de gelatinas extraídas de tarsos de frango, cerca de 6,9% de gordura, percentual muito elevado em relação aos resultados obtidos neste estudo, isto ocorreu provavelmente porque em sua extração não foi realizada a retirada dos lipídeos.

Alfaro (2008) obteve teor de 0,25% de gordura em amostras de gelatina a partir da pele de tilápia. Neste estudo, o autor destaca que banhos sucessivos anteriores às extrações são eficientes na remoção do conteúdo lipídico. Isto mostra que um cuidado maior deve ser utilizado na extração, quando o objetivo for uma gelatina com níveis baixos de lipídeos.

A Tabela 8 apresenta os valores encontrados de pH das diferentes amostras, determinada por processos eletrométricos (medidor direto de pH).

Tabela 8. Determinação do pH

TRATAMENTOS	pH	
Pre-tratamento 1	5.8 ± 0,252	a
Pre-tratamento 2	4.1 ± 0,208	b
Pre-tratamento 3	3.9 ± 0,321	b
Pre-tratamento 4	6.2 ± 0,153	a
Pre-tratamento 5	6.4 ± 0,115	a

\*Amostras com letras diferentes na mesma coluna, são significativamente diferentes no teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Pré-tratamento 1 (ácido clorídrico); Pré-tratamento 2 (ácido acético); Pré-tratamento 3 (ácido acético com evaporação); Pré-tratamento 4 (neutro – água) e Pré-tratamento 5 (enzimático).

Os valores obtidos na determinação do pH mostram que entre os pré-tratamentos ácido realizado com ácido clorídrico; neutro realizado somente com água

e enzimático realizado com papaína variou de 5.8 a 6.4. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre o pré-tratamento ácido realizado com ácido acético e ácido acético seguido de evaporação, onde o pH variou de 3.9 a 4.1. Já o pré-tratamento 1, em que utilizou se ácido clorídrico, esperava-se um valor de pH reduzido, no entanto foi superior à extração com ácido acético. Isto provavelmente se deve a diferenças de lavagens da matéria prima ao longo do processo e a pequena quantidade de ácido clorídrico utilizado.

As extrações 4 e 5 realizadas com água e papaína, respectivamente, obtiveram valores próximos a neutralidade, provavelmente influenciados pela pH próximo a 6,7 da água e papaína utilizada.

Na Tabela 9 encontram-se as comparações de pH obtidos pelas extrações de Ferreira (2013).

Tabela 9. Comparações de porcentual de pH dos hidrocolóides.

<b>TRABALHO DE PESQUISA</b>	<b>PRÉ-TRATAMENTO</b>	<b>MATÉRIA-PRIMA UTILIZADA</b>	<b>PH OBTIDO (%)</b>
Ferreira ( 2013)	Ácido acético com evaporação.	Pés de frango	4,3
	Ácido acético sem evaporação.		4,1
	Ácido clorídrico.		3,9
	Peróxido de hidrogênio e ácido sulfúrico.		2,6
Neste estudo	Ácido clorídrico.	Pés de frango	5,8
	Ácido acético sem evaporação.		4,1
	Ácido acético com evaporação.		3,9
	Neutro (agua).		6,2
	Enzimático (papaína).		6,4

O pH obtido no presente estudo variou entre 3,9 a 6,4. É semelhante ao estudo realizado por Ferreira (2013) que usou pés de frango. Os outros estudos comparados anteriormente (Bueno et al. (2011), Alfaro (2008) Molinari (2014), Almeida (2012) não realizaram medidas de pH.

Teor de cinzas de um alimento é o nome dado ao resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica. Os percentuais de cinzas das amostras estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Determinação de cinzas

TRATAMENTOS	CINZAS (%)	
Pre-tratamento 1	5,13 ± 0,907	a
Pre-tratamento 2	3,80 ± 0,700	a, b, d
Pre-tratamento 3	3,00 ± 0,450	b, d
Pre-tratamento 4	2,10 ± 0,361	c
Pre-tratamento 5	2,53 ± 0,580	c, d

\*Amostras com letras diferentes na mesma coluna, são significativamente diferentes no teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Pré-tratamento 1 (ácido clorídrico); Pré-tratamento 2 (ácido acético); Pré-tratamento 3 (ácido acético com evaporação); Pré-tratamento 4 (neutro – água) e Pré-tratamento 5 (enzimático).

As análises de cinzas variaram de 2,10 a 5,13 %. A análise de cinzas foi realizada para determinar a quantidade de matéria inorgânica presente nas amostras, sendo que o pré-tratamento 1 realizado com ácido clorídrico foi o que apresentou maior teor de cinzas, sendo significativamente diferente dos pré-tratamentos 3,4 e 5. Seguido pelo pré-tratamento 2 com 3,80 de teor de cinzas, não tendo diferenças significativas com os pré-tratamentos 1,3 e 5. O pré-tratamento 3 obteve um teor de 3,00 e é significativamente igual aos pré-tratamentos 2 e 5. O pré- tratamento 4, neutro realizado com água, atingiu o menor teor de cinzas de 2,10 e houve diferenças significativas com os pré-tratamentos 1, 2, e 3. Já o pré-tratamento 5 adquiriu um teor

de 2,53 não havendo diferenças significativas entre os pré-tratamentos 2, 3 e 4. O alto desvio padrão de alguns resultados evidenciam que provavelmente ocorreu um erro operacional durante essas análises, além da influência do processo de extração, onde partículas sólidas foram retiradas de forma manual, juntamente com a gordura acumulada na parte superior das amostras.

Na Tabela 11 encontram-se as comparações de cinzas das extrações entre diversos autores.

Tabela 11. Comparações de porcentual de cinzas dos hidrocolóides.

<b>TRABALHO DE PESQUISA</b>	<b>PRÉ-TRATAMENTO</b>	<b>MATÉRIA-PRIMA UTILIZADA</b>	<b>CINZAS OBTIDA (%)</b>
Bueno et al. (2011)	Hidróxido de sódio. seguida de ácido acético.	Pele de tilapia	1,8
Alfaro (2008)	Hidróxido de sódio ácido sulfúrico	Cabeça de carpa	2,10
Molinari (2014)	Ácido clorídrico.	Pele de tilapia	5,65
	Água.		1,80
	Ácido acético		3,92
	Ácido acético com evaporação		3,31
Almeida (2012)	Ácido acético	Tarsos de frango (pés)	9,7
Ferreira (2013)	Ácido acético com evaporação.	Pés de frango	1,9
	Ácido acético sem evaporação.		1,8
	Ácido clorídrico.		1,0
	Peróxido de hidrogênio e ácido sulfúrico.		1,3
Neste estudo	Ácido clorídrico.	Pés de frango	5,13

	Ácido acético sem evaporação.		3,80
	Ácido acético com evaporação.		3,00
	Neutro (agua).		2,10
	Enzimático (papaína).		2,53

O teor de cinzas no atual estudo variou entre 2,10 a 5,13. O resultado se assemelha aos encontrados por Molinari (2014), sendo superior ao determinado por Bueno et al. (2011), Alfaro (2008) e Ferreira (2013) e inferior ao encontrado por Almeida (2012). No entanto, como dito anteriormente, os valores em triplicata mostram alto desvio padrão e devem ser repetidos.

## REOLOGIA

As curvas de escoamento foram compostas por uma subida (da menor para a maior tensão de cisalhamento) e uma descida (sentido contrário), obtendo na descida dados de tensão e taxa de deformação isentos de efeitos de estruturas dependentes do tempo. A partir destes dados realizou-se os ajustes dos modelos.

Foram avaliados os parâmetros dos modelos de Casson, Lei da Potência, Bingham, e Herschel-Bulkley, representados nas Equações abaixo:

$$\text{Bingham: } \sigma = \sigma_0 + \eta_a \cdot \dot{\gamma}$$

$$\text{Casson: } \sigma^{0,5} = \sigma_0^{0,5} + k_c \cdot \dot{\gamma}^{0,5}$$

$$\text{Herschel-Bulkley: } \sigma = \sigma_0 + k \cdot \dot{\gamma}^n$$

$$\text{Lei da Potência: } \sigma = k \cdot \dot{\gamma}^n$$

Onde:

$\sigma$ – Tensão de cisalhamento (Pa);

$\sigma_0$ – Tensão inicial (Pa);

- $\eta_a$ – Viscosidade limite (Pa.s);
- $\dot{\gamma}$ – Taxa de deformação ( $s^{-1}$ );
- $k_c$ – Viscosidade a taxa de deformação infinita (Pa.s);
- $k$  – Índice de consistência (Pa.s<sup>n</sup>);
- $n$  – Índice de comportamento de fluxo (adimensional).

As Figuras 1 e 2 apresentam a curva de escoamento e de viscosidade de todas as extrações, respectivamente.

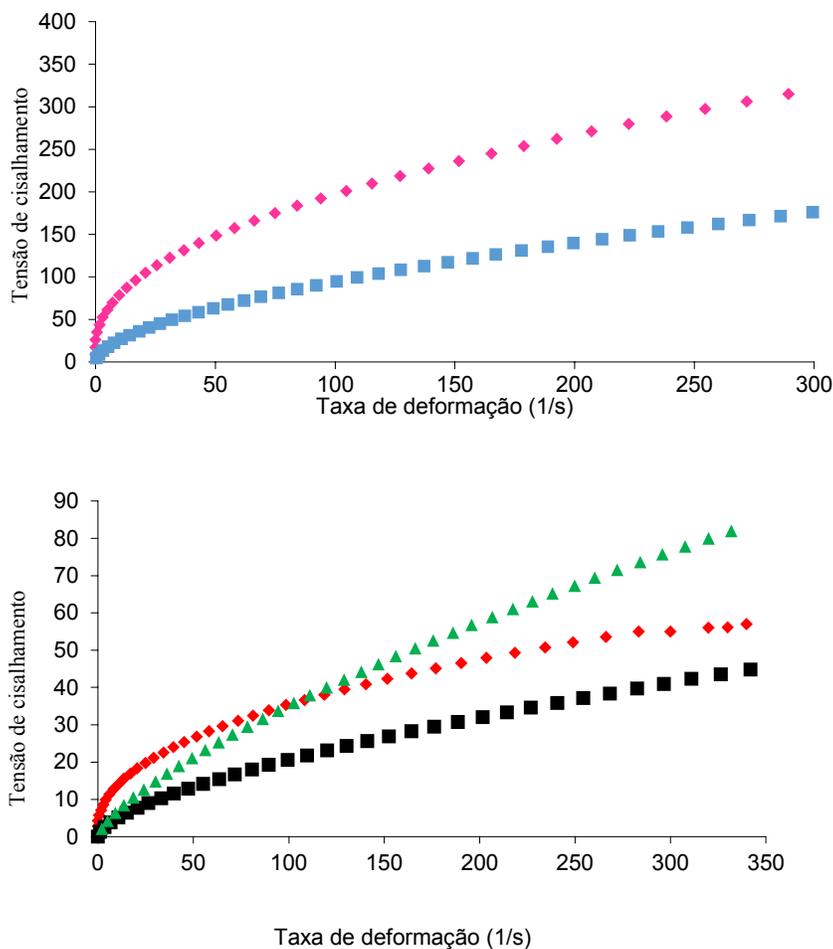


Figura 1. Curva de cisalhamento dos 5 pre-tratamentos. Pré-tratamento 1(ácido clorídrico)■ ; Pré-tratamento 2 (ácido acético)■ Pré-tratamento 3 (ácido acético com evaporação)■ Pré-tratamento 4 (neutro – água) ■ Pré-tratamento 5 (enzimático) . ■

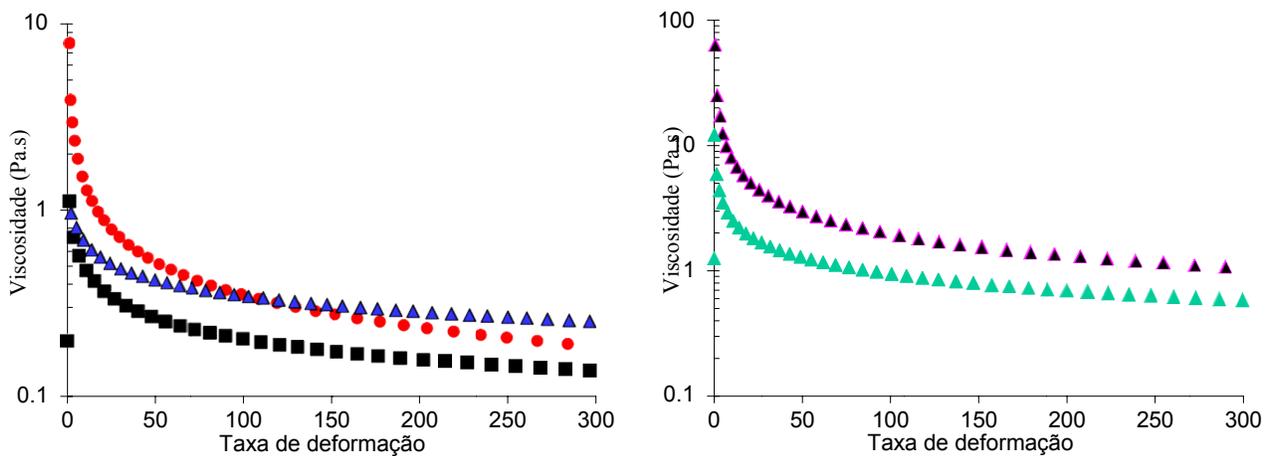


Figura 2: Curva de viscosidade dos 5 pré-tratamentos, sendo ■ Tratamento 1 (ácido clorídrico), ● Tratamento 2 (ácido acético); ▲ Tratamento 3 (ácido acético com evaporação); ▲ Tratamento 4 (somente água) e ▲ Tratamento 5 (enzimático).

Pela curva de escoamento (Figura 1) é possível observar que as amostras possuem um comportamento pseudoplástico, com uma menor tensão de cisalhamento para o tratamento ácido. Este comportamento se deve, provavelmente, a quebra de ligações promovidas pelo ácido, podendo promover um grau de desnaturação das proteínas. Comportamento semelhante pode ter ocorrido com o ácido acético, porém, com menor influência, por ser ácido mais fraco. O tratamento neutro, apesar de apresentar um rendimento baixo, promoveu um gel relativamente forte, como será confirmado na análise de Bloom (Tabela 16).

Durante os pré-testes, foi verificado a necessidade de modificar o pré-tratamento enzimático. Inicialmente, pretendia-se manter o dorso do frango à 95°C por 30 minutos, este procedimento desnaturava o colágeno, formando um gel desestruturado. Da forma como foi realizado neste trabalho, descrito no item 4.2, a papaína promoveu uma extração eficiente, com um rendimento adequado e um gel comercialmente favorável e estruturado, com tensão de cisalhamento superior aos demais pré-tratamentos.

Na Figura 2, observa-se que as amostras apresentaram comportamento tixotrópico, com visível queda de viscosidade ao longo do aumento da taxa de deformação e decorrer do tempo, semelhante aos observados por Ferreira (2013) e Molinari (2014).

Na análise de viscosidade (Figura 2), observa-se que em baixas taxas de deformação (inferiores a  $130 \text{ s}^{-1}$ ), a tensão de cisalhamento da amostra de ácido acético seguido de evaporação (Tratamento 3) é inferior ao do Tratamento 2 (sem evaporação), ocorrendo uma inversão nas taxas de deformação superiores. Isto indica que, em operações unitárias como sedimentação, floculação e escoamentos, o tratamento 3 é mais indicado.

## MODELAGEM MATEMÁTICA

As Tabelas 13 a 16 apresentam os parâmetros matemáticos obtidos pelos modelos Casson, Lei da Potência, Bingham e Hurschel-Bulkley. Sendo Pré-tratamento 1 (ácido clorídrico); Pré-tratamento 2 (ácido acético); Pré-tratamento 3 (ácido acético com evaporação); Pré-tratamento 4 (neutro – água) e Pré-tratamento 5 (enzimático).

Tabela 12. Parâmetros matemáticos obtidos pelo Modelo de Casson

<b>Casson</b>	$\sigma_0 \text{ (Pa)}^{0,5}$	$K_c \text{ (Pa.s)}^{0,5}$	E	$R^2$
Tratamento 1	1,704339	0,27238	0,06488	0,99315
Tratamento 2	3,02544	0,26535	0,11026	0,96513
Tratamento 3	1,73861	0,40885	0,06544	0,99641
Tratamento 4	3,74856	0,56868	0,14489	0,98849
Tratamento 5	7,08034	0,64443	0,23161	0,97663

Tabela 13. Parâmetros matemáticos obtidos pelo Modelo Lei da Potência.

<b>Lei da potencia</b>	$K \text{ (Pa.s}^n\text{)}$	N	E	$R^2$
Tratamento 1	1,12858	0,6306	0,00354	0,99999
Tratamento 2	5,43973	0,40674	0,11245	0,99821
Tratamento 3	1,32489	0,71127	0,00747	0,99996
Tratamento 4	6,9997	0,56533	0,01764	0,99999
Tratamento 5	29,57256	0,41567	0,87524	0,99695

Tabela 14. Parâmetros matemáticos obtidos pelo Modelo de Bingham

<b>Bingham</b>	$\sigma_0$ (Pa)	$\eta_a$ (Pa.s)	E	R <sup>2</sup>
Tratamento 1	6,50003	0,11637	0,65062	0,97097
Tratamento 2	14,11096	0,15226	1,23925	0,89307
Tratamento 3	8,79219	0,23493	0,79931	0,98556
Tratamento 4	27,51115	0,55278	2,72397	0,95573
Tratamento 5	77,56754	0,88617	6,75809	0,91333

Tabela 15. Parâmetros matemáticos obtidos pelo Modelo de Hurschel-Bulkley.

<b>Hurschel-Bulkley</b>	$\sigma_0$ (Pa)	K (Pa.s <sup>n</sup> )	N	E	R <sup>2</sup>
Tratamento 1	0,05011	1,11821	0,63201	0,03103	0,99999
Tratamento 2	1,50186	4,65394	0,4299	0,32401	0,9988
Tratamento 3	-0,37877	1,38602	0,70411	0,08838	0,99997
Tratamento 4	0,35705	6,88747	0,56789	0,09059	0,99999
Tratamento 5	16,50641	21,33761	0,46499	1,03098	0,99958

Exceto o Modelo de Bingham, os demais apresentaram uma excelente modelagem para todas as amostras, com valores de correlação muito próximos a 1,0 e reduzidos valores de erro. Entretanto, opta-se pela escolha do Modelo de Hurschel-Bulkley para representar todas as amostras.

## ANÁLISES DE FORÇA DO GEL

A Tabelas 16 apresenta os valores de Bloom dos diferentes tratamentos.

Tabela 16. Análises de Bloom (força de gel).

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>FORÇA DO GEL</b>	
Pre-tratamento 1	192,00 ± 8,18	a
Pre-tratamento 2	220,00 ± 6,00	b
Pre-tratamento 3	240,33 ± 4,51	c
Pre-tratamento 4	255,33 ± 4,50	c
Pre-tratamento 5	272,66 ± 6,02	d

\*Amostras com letras diferentes na mesma coluna, são significativamente diferentes no teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Pré-tratamento 1 (ácido clorídrico); Pré-tratamento 2 (ácido acético); Pré-tratamento 3 (ácido acético com evaporação); Pré-tratamento 4 (neutro – água) e Pré-tratamento 5 (enzimático).

O Bloom é uma das mais importantes propriedades funcionais da gelatina e está diretamente ligada à sua força e resistência a degradação. A qualidade da gelatina é determinada pela força do gel, podendo ser classificada como:

- Bloom baixo: menor que 150g;
- Bloom médio: entre 150 e 220g;
- Bloom alto: entre 220 e 300g. (MOLINARI 2014).

A força de gel é afetada por vários fatores, entre eles a massa e distribuição molecular, concentração da solução de gelatina, tempo e temperatura de maturação do gel, pH e teor de sal presente na amostra (BANDEIRA 2009).

Os pré-tratamentos foram todos significativamente diferentes, exceto os Pré-tratamento 3 e 4. Sendo o pré-tratamento 1 o que teve o menor Bloom seguido pelos Pré-tratamentos 2, 3, 4 e 5, respectivamente. No estudo realizado, obtive-se duas gelatinas com o Bloom médio, a do Pré-tratamento ácido (ácido clorídrico) com 192g e Pré-tratamento 2 (ácido acético) com 220g. Os demais possuem um Bloom alto.

As gelatinas com “ médio Bloom” (amostras 1 e 2) são utilizadas em produtos cremosos como sopas, iogurtes e sorvetes, enquanto gelatinas com “alto Bloom” (amostras 3, 4 e 5) são direcionadas à produção de produtos açucarados, flans, alguns derivados do leite e produtos fármacos.

## 6. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que gelatinas obtidas a partir de pé de frango, através dos Pré tratamentos realizados neste estudo, apresentaram-se com qualidade adequada. Os valores obtidos em sua caracterização físico-química revelaram propriedades desejadas, como alto teor de proteínas e uma porcentagem baixa de cinzas e lipídeos.

As amostras apresentaram comportamento pseudoplástico e tixotrópico, com valores de Bloom adequados para a utilização em indústrias alimentícias e farmacêuticas.

Os favoráveis resultados obtidos, indicando elevada quantidade de proteínas nas gelatinas e os adequados valores de Bloom, demonstram a importância na busca de fontes alternativas que substituam a tradicional extração com derivados suínos e bovinos. O aproveitamento dos dorsos de frango mostra-se uma boa alternativa à indústria aviária, já que estes são considerados subprodutos, com baixo valor agregado.

Desta forma, os processos utilizando pés de frango mostraram-se como uma alternativa viável tecnologicamente, apresentando alto conteúdo de colágeno, além de ser uma matéria prima barata e promotora de resíduos na indústria avícola.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALMEIDA, P. F.; VANALLE, R. M.; SANTANA, J. C. C. Produção de Gelatina: Uma Perspectiva Competitiva para a Cadeia Produtiva de Frango de Corte. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.14, n.1, Campina Grande, 2012.

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

BANDEIRA, S. F. **Extração e caracterização da gelatina obtida de cabeças de carpa (Aristichthys mobilis)**. 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.

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

DÍAZ-CALDERÓN, Pedro; FLORES, Eliane; GONZÁLEZ-MUÑOZ; Augusto, PEPCZYNSKA; Maria. **Influência of Extraction Variables on the Structura and Physical Properties of Salmon Gelatin**. Food Hydrocolloids, Volume 71, 2017, Pages 118-128, 2017.

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

IBGE. **Pesquisa trimestral do abate de animais**. Disponível em:<  
<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e->

pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html?=&t=destaques>.

Acesso em: 23 de outubro. 2018.

JOSIMAR SEBEN, JANIELEN PISSOLATTO DELIBERAL, CRISTIANE BERTOLDI, MÁRCIO ANTÔNIO FERLIN: **Viabilidade Financeira e Econômica na Produção de Farinhas e Gorduras sem Adição de Flotado Industrial**. XVII MOSTRAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO, PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO- UCS. 2017.

AMARAL, Luciani Alano. **Alternativas para o tratamento de resíduos de couro curtido ao cromo – hidrólise enzimática e ação bacteriana**. 2018. 105p. Dissertação mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, escola de engenharia departamento de engenharia química. 2018.

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.

P. MONTERO AND M.C. GÓMEZ-GUILLÉN. **Extracting Conditions for Megrim (Lepidorhombus boscii) Skin Collagen Affect Functional Properties of the Resulting Gelatin**. Journal of food science—vol. 65, no. 3, 200

PRESTES, Rosa Cristina. **Colágeno e Seus Derivados: Características e Aplicações em Produtos Cárneos**. 2012. 10 p. Artigo de revisão - Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, RS. 2012.

ROJAS, Valquiria Maeda. **Extração e caracterização de gelatina de subprodutos suínos**. 2014. 48p. 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, 2014.

SILVA Tania Faz, Penna Ana Laura. **Colágeno: Características químicas e propriedades funcionais**. Rev Inst Adolfo Lutz. São Paulo, 2012.

SILVA, R. de S. G. et al. Extração de gelatina a partir das peles de cabeças de carpa comum. **Ciência Rural**. v.41, n.5. Santa Maria, 2011.

SCHIMIDT, Cristiano Gautério. **Hidrolise enzimática das proteínas de carne de frango. 2008. 143 p.** Dissertação (mestre em engenharia de ciências de alimentos)– Mestrado em engenharia e ciência de alimentos, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2008.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Avicultura**. Disponível em: < <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>>. Acesso em: 23 de outubro. 2018.



Ministério da Educação  
**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
*Campus Campo Mourão*  
*Coordenação dos Cursos Superiores de Tecnologia em Alimentos e*  
*Engenharia de alimentos*

---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE  
GELATINA PROVENIENTE DE TARSOS DE FRANGO

Por

RICARDO ALEXANDRE JORGE

Este trabalho de conclusão de curso (tcc) foi apresentado em 23 de novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em tecnologia de alimentos. O candidato foi arguido pela banca examinadora, composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado

Angela Maria Gozzo

Augusto Tanamati

Fabio Scopel