

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

VALQUIRIA MAEDA ROJAS

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GELATINA DE SUBPRODUTOS SUÍNOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2014

VALQUIRIA MAEDA ROJAS

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GELATINA DE SUBPRODUTOS SUÍNOS

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

Orientadora: Prof. Dra. Ângela Maria Gozzo

CAMPO MOURÃO

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão

Coordenação dos Cursos de Tecnologia e Engenharia de Alimentos
Engenharia de Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GELATINA DE SUBPRODUTOS SUÍNOS

por

VALQUIRIA MAEDA ROJAS

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 05 de agosto de 2014 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
Orientador

Prof. Dr. Odinei Hess Gonçalves
Banca

Prof^ª. Dr^ª. Renata Hernandez Barros Fuchs
Banca

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

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”

Theodore Roosevelt.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Eduardo e Margarete, por terem me dado a vida, uma ótima educação e sempre terem incentivado os meus estudos e minha formação.

Ao meu namorado, Rafael, pela compreensão, paciência e por estar sempre do meu lado, me dando apoio nos momentos mais difíceis.

Ao meu irmão, Angelo, que está no meu coração e sei que posso contar sempre que precisar.

Aos meus avós e tios que compõem parte fundamental na minha vida e estão presentes no meu coração.

Agradeço imensamente a minha orientadora, Dra Ângela Maria Gozzo, pelo carinho, paciência, auxílio, compreensão, apoio e compartilhamento de conhecimentos e experiências.

Ao professor, Dr Augusto Tanamati, que me auxiliou nas análises físico-químicas.

Aos técnicos do laboratório C004, em especial a Luana, pelo auxílio nas análises e na utilização dos equipamentos.

As minhas melhores amigas da universidade, Camila, Paula e Jéssica, que sempre me ajudaram, me deram apoio e fizeram parte dos meus melhores momentos em Campo Mourão.

Aos meus amigos de Tupã e de Campo Mourão que não foram citados, mas não menos importantes, que fizeram parte do meu crescimento pessoal, que também me acolheram nas dificuldades e sempre estiveram presentes nos momentos felizes e tristes.

Obrigada!

RESUMO

ROJAS, V. M. **Extração e Caracterização de Gelatina de Subprodutos Suínos.** 2014. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

A carne suína representa aproximadamente 40% do total de carne consumida pelo homem, colocando-a como principal fonte de proteína animal na dieta da população mundial. As questões relacionadas ao meio ambiente, como o aproveitamento dos resíduos industriais, consolidam-se como uma preocupação crescente das empresas, sendo a recuperação de subprodutos de abatedouros uma opção importante, além de economicamente rentável, contribuindo para diminuir os impactos negativos no meio ambiente. Em busca de alternativas viáveis para aproveitar os subprodutos de origem animal, tem-se a produção de hidrolisados proteicos, extração de colágeno e gelatina. A gelatina é uma proteína derivada da hidrólise parcial do colágeno animal, contido em ossos e peles, principalmente de suínos e bovinos. Neste estudo foram testados quatro métodos para extração de gelatina à partir do pé e couro provenientes de suínos, sendo dois deles selecionados para as caracterizações de umidade, proteínas, lipídeos, rendimento, força do gel, pH e viscosidade. As gelatinas obtidas apresentaram baixo teor de umidade e lipídeos, estando em conformidade com a legislação. As análises reológicas demonstraram que todas as gelatinas, tanto as extraídas do couro quanto as do pé, possuem comportamento pseudoplástico. Em relação ao teor proteico, estas apresentaram teores de 81 a 99% e Bloom de médio a alto (de 187 a 289g), características importantes para se determinar sua qualidade. Pode-se concluir que a gelatina extraída do couro obteve maiores teores proteicos e Bloom mais elevado, tanto em comparação com a gelatina obtida do pé suíno como as comparadas com a literatura, obtidas a partir de outras matérias primas animais, mostrando-se um ótimo meio de aproveitamento deste resíduo.

Palavras chave: Gelatina, Colágeno, Subprodutos Suíno.

ABSTRACT

ROJAS, V. M. **Extraction and Characterization of Porcine Gelatin**. 2014. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

The Pork meat represents approximately 40% of total meat consumed by humans, placing it as the main source of animal protein in the diet of the world's population. The issues related to the environment as waste recovery, are a growing business concern. The recovery of byproducts from slaughterhouses is economically viable, helping to reduce the negative impacts on the environment. In search of viable alternatives to enjoy the products of animal origin, have the production of protein hydrolysates, extraction of collagen and gelatin. Gelatin is derived from the partial hydrolysis of collagen animals, contained in bones and skins. In this study four methods were tested for the extraction of gelatin, two of them being selected for the characterization of moisture, protein, lipid, yield, gel strength, viscosity and pH. Gelatins obtained showed low moisture and lipids. Regarding protein content, these levels showed 81-99% and Bloom from medium to high (187 to 289g). Rheological analysis showed that all the gelatin, both extracted from leather as the foot are pseudoplastic fluids. It can be concluded that the leather extracted gelatine had higher protein content and higher Bloom, both compared to the gelatin obtained from pig's foot as obtained from other raw materials animal, being a great way to use this residue

Keywords: Gelatin, Collagen, Porcine byproduct.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do colágeno. Fonte: Reis, 2011	15
Figura 2 - Estrutura tripla hélice do colágeno: (a) filamento (b) modelo compacto.....	16
Figura 3 - Estrutura básica de uma gelatina.....	18
Figura 4 – Pré-tratamento das matérias primas.	26
Figura 5 – Extração térmica da gelatina.....	26
Figura 6 – Gelatina em processo de secagem	27
Figura 7 – Gelatina seca	27
Figura 8 – Processo de moagem da gelatina.....	28
Figura 9 – Gelatina de pé de porco em pó; extraída através da primeira metodologia (pré tratamento com ácido clorídrico)	28
Figura 10 – Relação entre taxa de deformação e tensão de cisalhamento para as gelatinas extraídas do pé.....	40
Figura 11 - Relação entre taxa de deformação e tensão de cisalhamento para as gelatinas extraídas do couro.....	40
Figura 12 – Relação entre viscosidade e taxa de deformação para as gelatinas extraídas do pé.....	41
Figura 13 - Relação entre viscosidade e taxa de deformação para as gelatinas extraídas do couro.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição, em porcentagem, dos aminoácidos das gelatinas tipo A e tipo B.....	17
Tabela 2 - Percentual de umidade.....	29
Tabela 3 - Comparação entre várias pesquisas em relação a umidade da gelatina.	30
Tabela 4 - Percentual de proteínas.....	31
Tabela 5 - Comparação entre várias pesquisas em relação ao teor de proteína da gelatina.....	31
Tabela 6 - Percentual de lipídeos.....	32
Tabela 7 - Comparação entre várias pesquisas em relação ao teor de lipídeos da gelatina.....	33
Tabela 8 - Percentual de rendimento.....	34
Tabela 9 - Comparação entre várias pesquisas em relação ao rendimento de gelatina.....	35
Tabela 10 - Análises de bloom e ph.....	36
Tabela 11 - Comparação entre várias pesquisas em relação a força do gel da gelatina.....	37
Tabela 12 - Comparação entre várias pesquisas em relação ao ph da gelatina.....	38

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO COLÁGENO.....	15
3.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA GELATINA.....	16
3.3 EXTRAÇÃO DA GELATINA.....	19
3.4 APLICAÇÃO DA GELATINA	20
4 MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1 AMOSTRA.....	21
4.2 EXTRAÇÃO DA GELATINA	21
4.2.1 Primeiro Teste	21
4.2.2 Segundo Teste	21
4.2.3 Terceiro teste	22
4.2.4 Quarto Teste	22
4.3 SECAGEM DAS AMOSTRAS	22
4.4 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E DE TEXTURA.....	23
4.4.1 Umidade	23
4.4.2 Proteína.....	23
4.4.3 Gordura	23
4.4.5 Curvas de escoamento.....	23
4.4.6 Força Gel (Bloom)	24
4.5 RENDIMENTO DE EXTRAÇÃO.....	24
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA GELATINA	29

5.1.1 Análises de umidade	29
5.1.2 Análises de teor proteico	30
5.1.3 Análise do teor lipídico	32
5.1.4 Rendimento das extrações.....	33
5.2 ANÁLISES DE BLOOM (TEXTURA DAS GELATINAS) E PH	35
5.3 CURVAS DE ESCOAMENTO (ESCOAMENTO ESTACIONÁRIO):	39
6 CONCLUSÃO	43
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

O rebanho mundial de suínos possui cerca de 800 milhões de cabeças e representa aproximadamente 40% do total de carne consumida pelo homem, o que a coloca como a principal fonte de proteína animal na dieta da população mundial (RACHED, 2009).

No Brasil, a produção de carne suína em 2013 excedeu 200 milhões de toneladas, estando próximo a se tornar líder mundial desta produção, de acordo com o Ministério Brasileiro da Agricultura. A exportação desta carne atingiu 53 mil toneladas, sendo este o setor de maior peso nas exportações agrícolas no país. Já na questão de consumo, o brasileiro consome 15,6 Kg por ano de carne de porco, sendo este dado considerado discreto se comparado à proporção de produção e exportação do produto (CONFAGRI, 2013).

As questões relacionadas ao meio ambiente, como o aproveitamento dos resíduos, consolidam-se como uma preocupação crescente das empresas, entendendo que as pressões de ordem legal tornam-se cada vez mais evidentes e complexas para a gestão das organizações (ALMEIDA; VANALLE; SANTANA, 2012).

A recuperação de subprodutos de abatedouros é economicamente viável, contribuindo para diminuir os impactos negativos no meio ambiente. Normalmente estes subprodutos são enviados ou coletados por outras indústrias com interesse direto para a produção de plasma, farinha, ração, couro, graxa e outros (FERREIRA, 2002).

O desenvolvimento de um produto a partir de resíduos, parte muitas vezes, de um problema e não da ideia de um produto novo. Devem ser procuradas formas alternativas de reciclagem ou reutilização dos resíduos, principalmente os sólidos, aplicando estes produtos dentro do próprio processo ou utilizando-os em outras áreas (ALMEIDA; SANTANA, 2010).

Em busca de alternativas viáveis para aproveitar os subprodutos de origem animal, tem-se a produção de hidrolisados proteicos, extração de colágeno e gelatina, aumentando o faturamento das indústrias e reduzindo problemas ambientais (SILVA et al, 2011).

A gelatina é uma proteína derivada da hidrólise parcial do colágeno animal, contido em ossos e peles, principalmente de suínos e bovinos (SILVA et al, 2011). Geralmente provem da hidrólise ácida ou alcalina, que posteriormente é extraída, purificada e concentrada. Todos os tipos de gelatina possuem composição similar, contendo água, pequena quantidade de sais minerais e proteína de tecido conectivo. No entanto, dependendo da matéria prima utilizada, do processo de pré-tratamento e da intensidade da hidrólise, vários tipos de gelatina com propriedades diferentes podem ser obtidas para diferentes fins (ALMEIDA; SANTANA, 2010).

Segundo Irwandi *et al.* (2009), a gelatina é um dos ingredientes alimentares mais amplamente utilizado. Suas aplicações em indústrias de alimentos incluem a melhora da elasticidade, consistência e estabilidade dos produtos alimentares. A gelatina também é utilizada como um substituto de gordura, particularmente em produtos lácteos, reduzindo o teor calórico de diversos alimentos sem efeitos perceptíveis sobre o sabor. Além da indústria alimentícia, a gelatina é útil também na medicina, indústrias farmacêuticas e fotográficas, sendo portanto, uma ótima alternativa de aproveitamento de subprodutos oriundos de abatedouros suínos (ALVES; FERREIRA, 2002).

No entanto, a reutilização dos subprodutos suínos fica estagnada e direcionada, geralmente, para a produção de alimentos de outros animais ou para a agricultura. Assim, a falta de pesquisas realizadas na extração e caracterização de colágeno a partir de subprodutos de suínos para produção de gelatina incentivou a realização deste trabalho.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho tem por objetivo realizar a extração e a caracterização físico-química da gelatina, proveniente de duas partes do suíno (couro e pé), estudando o rendimento da gelatina, bem como a vantagem do reaproveitamento de subprodutos da indústria suína.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o rendimento da extração;
- Obter a caracterização físico-química da gelatina quanto à umidade, proteína, gordura e pH.
- Analisar as características reológicas das amostras a partir de curvas de escoamento.
- Verificar a força gel (Bloom) das gelatinas obtidas, analisando possíveis aplicações.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO COLÁGENO

O termo “colágeno” é derivado do termo grego KOLLA e GENO, onde seu significado seria “produção de cola animal”. O colágeno constitui cerca de 1/3 do total de proteínas dos vertebrados (BORDIGNON, 2010), possuindo uma família de pelo menos 27 isoformas de proteínas encontradas em tecidos conjuntivos ao longo do corpo. O colágeno tipo I é o mais abundante, sendo encontrado na pele, tendões e ossos (PRESTES et al, 2013).

Este é composto por proteínas de estrutura linear e está presente em abundância nos tecidos conectivos de animais, constituindo cerca de 50% do total da proteína humana, e compondo a principal proteína que constitui ossos, cartilagens e peles (SANTOS, 2012).

Constituída por três cadeias polipeptídicas (duas α -1 e uma α -2), está presente na forma de tripla hélice, como mostram as Figuras 1 e 2, sendo estas cadeias compostas por uma sequência específica de aminoácidos, na qual a glicina é o aminoácido de maior proporção (PRESTES et al, 2013).

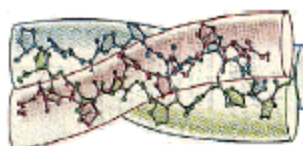


Figura 1 - Estrutura do colágeno. Fonte: Reis, 2011

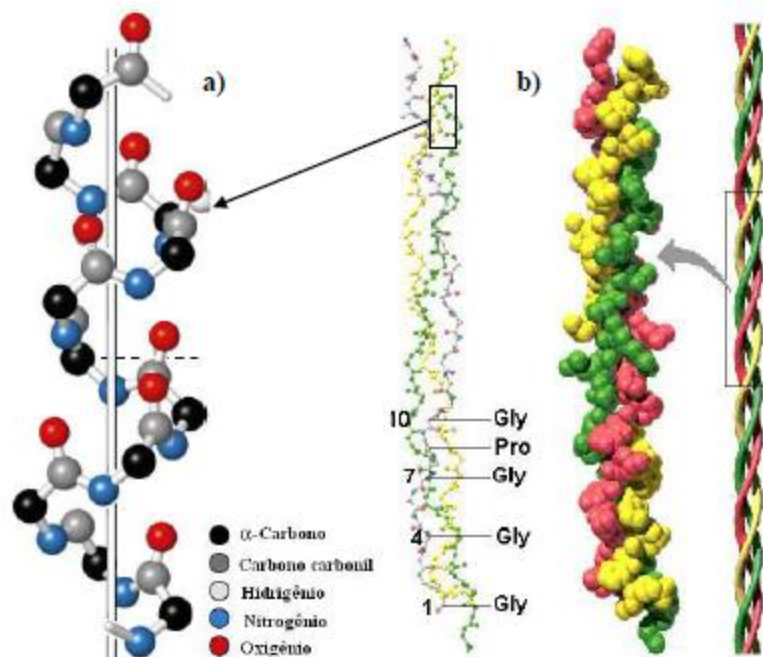


Figura 2 - Estrutura tripla hélice do colágeno: (a) filamento (b) modelo compacto.
Fonte: Santos, 2012.

A superposição de várias tripla-hélices produz as fibras de colágeno, sendo estabilizadas por ligações cruzadas formando uma estrutura de rede insolúvel (BORDIGNON, 2010).

O colágeno representa a matéria prima para a fabricação da gelatina, onde por aquecimento em água perde sua estrutura organizada (PALAZZO, 2008).

3.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA GELATINA

O primeiro relato de gelatina ocorreu na França, onde Denis Papin, em 1682, descreveu um processo de cozimento de ossos de certos animais para obtenção de uma massa gelatinosa. A palavra gelatina surgiu em meados de 1700, derivada do latim *gelatus*, que significa firme, rígido, gelado. A primeira patente de fabricação foi registrada na Inglaterra em 1754 (PALAZZO, 2008).

A gelatina é constituída principalmente por proteína (84-85%), seguido de água (9-12%) e sais minerais (1-3%). Apresenta elevado conteúdo de sódio e cálcio e traços de gordura (ALMEIDA, 2012); se caracterizando por ser um hidrocolóide com natureza hidrofílica (SANTOS, 2012), sendo oriunda da hidrólise parcial do colágeno animal, principalmente de suínos e bovinos (SILVA et al, 2011).

A partir da dissociação térmica ou química das cadeias polipeptídicas do colágeno obtém-se a gelatina, onde ocorre a conversão de colágeno insolúvel para gelatina solúvel em temperaturas acima de 50°C. A gelatina pode ser classificada como tipo A ou B, indicando o tipo de hidrólise utilizada para sua obtenção, sendo o primeiro tipo de processo ácido e o segundo de processo básico (SANTOS, 2012).

Mais especificamente, a gelatina é composta por 18 aminoácidos, independente da origem da matéria-prima utilizada. De acordo com a Tabela 1, o aminoácido mais predominante é a glicina em ambos os tipos de gelatina (SANTOS, 2012).

Tabela 1 - Composição, em porcentagem, dos aminoácidos das gelatinas tipo A e tipo B.

Aminoácidos	Gelatina do Tipo A	Gelatina do Tipo B
Glicina	33,0	33,5
Prolina	13,2	12,4
Alanina	11,2	11,7
Hidroxiprolina	9,1	9,3
Ácido glutâmico	7,3	7,2
Arginina	4,9	4,8
Ácido aspártico	4,5	4,6
Serina	3,5	3,3
Lisina	2,7	2,8
Valina	2,6	2,2
Leucina	2,4	2,4
Treonina	1,8	1,8
Finilalanina	1,4	1,4
Isoleucina	1,0	1,1
Hidroxilisina	0,6	0,4
Histidina	0,6	0,4
Metionina	0,4	0,4
Tirosina	0,3	0,1

Fonte: Santos, 2012.

As propriedades físico-químicas e estruturais da gelatina são determinantes para definir sua aplicabilidade. De modo geral, a qualidade de uma gelatina é determinada por sua atividade reológica, sendo que a força do gel determina seu valor comercial (SILVA et al, 2011). Na Figura 3 está representada a estrutura básica da gelatina.

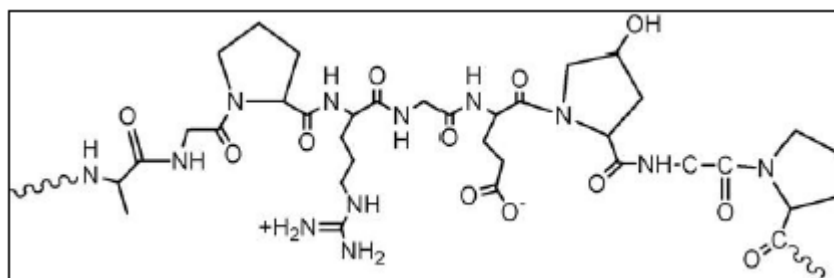


Figura 3 - Estrutura básica de uma gelatina.
Fonte: Santos, 2012.

O grau de solubilidade da gelatina depende de fatores como temperatura, concentração e tamanho das partículas (PALAZZO, 2008), além de que suas propriedades dependem do processo de obtenção e da matéria-prima (REIS, 2011).

Quando a gelatina é aquecida em temperaturas acima de 30 a 35°C, ocorrem quebras de ligações e obtém-se uma solução; ao resfriá-la até seu ponto de solidificação, forma-se a estrutura gelatinosa. Esse processo de conversão é reversível e pode ser repetido diversas vezes (PALAZZO, 2008).

A busca por fontes alternativas na obtenção de gelatina trata-se de uma questão ambiental, visto que um dos problemas mais importantes da indústria é a geração de resíduos (ALMEIDA, 2012).

O mercado mundial de gelatinas movimenta em torno de 3 bilhões de dólares anuais, sendo o Brasil um grande provedor, exportando 25 mil toneladas anualmente, o que equivale a 80% da produção nacional (PALAZZO, 2008).

3.3 EXTRAÇÃO DA GELATINA

O processo de obtenção da gelatina é constituído por três etapas básicas: tratamento da matéria prima, extração e secagem (SILVA et al, 2011).

De acordo com Palazzo (2008), o processo de obtenção da gelatina se inicia com um pré-tratamento, onde ocorre à hidrólise da proteína, sem alterar a configuração de tripla hélice (BORDIGNON, 2010), este pode ser ácido (principalmente para pele de suínos) ou alcalino (para ossos e pele de bovinos). Posteriormente, a matéria-prima segue para a extração, sendo esta realizada na presença de água à alta temperatura, buscando obter maior rendimento. Nesta etapa ocorrerá o rompimento de ligações covalentes e de hidrogênio, levando assim a conversão do colágeno em gelatina (BORDIGNON, 2010). Em seguida tem-se a etapa de purificação/filtração, onde os resíduos de matéria-prima são eliminados, resultando apenas na solução gelatinosa. Por fim, ocorre a secagem do material, onde ele é concentrado tomando forma dura e quebradiça, seguindo para a moagem (PALAZZO, 2008).

Como descrito anteriormente, a estrutura do colágeno é conhecida como tripla-hélice, este mecanismo é estabilizado pela formação de pontes de hidrogênio entre grupos carbono-oxigênio e nitrogênio-hidrogênio (Figura 2) e durante o processo de desnaturação, a estrutura é quebrada formando estruturas aleatórias em forma de espiral. Um pré-tratamento químico quebrará ligações não-covalentes e desorganizará a estrutura das proteínas; posteriormente, um tratamento térmico fragmenta as ligações covalentes, desestabilizando a estrutura (Figura 3) e promovendo a conversão de colágeno em gelatina solúvel. O grau de conversão está relacionado ao tipo de pré-tratamento, processo de extração, temperatura, tempo e propriedades da matéria-prima inicial (SANTOS, 2012).

Conforme já citado, a gelatina pode ser obtida a partir do aquecimento da matéria prima em meio ácido ou alcalino designando assim a sua classificação, respectivamente, de tipo A ou tipo B (SILVA et al, 2011), sendo que elas apresentam diferentes valores de pI, onde o tipo A é em torno de 7,0-9,0 e o tipo B em torno de 5,0-6,0, sendo que o pI afeta a solubilidade da gelatina e sua combinação com outros hidrocolóides (REIS, 2011), além de diversificar sua aplicação na indústria.

O interesse pela extração do colágeno e seus derivados tem um crescimento cada vez maior, devido sua capacidade de substituir agentes sintéticos em diversos processos industriais em diversas áreas, além de contribuir para a valorização dos subprodutos animais e proporcionar uma produção mais sustentável (PRESTES et al, 2013).

3.4 APLICAÇÃO DA GELATINA

As gelatinas possuem aplicações em diversas indústrias, como a de alimentos, farmacêuticas, cosméticas e fotográficas. No caso da indústria alimentícia, a gelatina pode ser aplicada para aumentar a estabilidade, consistência e elasticidade dos produtos, devendo então possuir ótimas propriedades reológicas, como viscosidade e força de gel (BORDIGNON et al, 2012).

O colágeno pode possuir aplicação como complemento alimentar para atletas, uma vez que fornece aminoácidos necessários para o metabolismo da articulação (MARTINS; MIGUEL; ZANIN, 2009).

Na indústria cosmética é muito utilizado em cremes antienvelhecimento, devido sua capacidade de absorção de água em torno de 82%, levando a pele a um grau de hidratação que pode retardar o aparecimento de rugas (MARTINS; MIGUEL; ZANIN, 2009).

A gelatina proveniente de ossos bovinos é direcionada, de modo geral, para utilização nas indústrias fotográficas e farmacêuticas (PALAZZO, 2008). Na indústria farmacêutica, tem-se destaque para as cápsulas de gelatina dura, que apresenta diversas vantagens, dentre elas: boa proteção do fármaco, mascaramentos de más características organolépticas, cores variadas que auxiliam na identificação do fármaco pelo paciente, poucos problemas de formulação e boa biodisponibilidade da substância ativa (PETRY et al, 1998).

Na indústria fotográfica, a gelatina é utilizada como camada aglutinante, em seu interior contém o material que forma a imagem visual. Esta camada possui função protetora, sendo essencial para garantir uma imagem duradoura e inalterada (MUSTARDO; KENNEDY, 2001).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 AMOSTRA

As amostras de pé e couro suínos foram adquiridas refrigeradas no comércio de Campo Mourão/PR. Mantiveram-se conservadas em geladeira até o início dos pré-tratamentos, sendo utilizada em média 500g de cada subproduto para cada extração.

4.2 EXTRAÇÃO DA GELATINA

Para a extração da gelatina de suíno foram testadas quatro metodologias distintas, utilizando o couro e o pé separadamente, sendo escolhidos dois dos quatro processos para o estudo. As metodologias foram escolhidas mediante as melhores características sensoriais (odor, aparência e textura) esperadas para uma gelatina.

4.2.1 Primeiro Teste

Os subprodutos foram colocados em imersão numa solução de ácido clorídrico a 0,3%, em temperatura ambiente durante 24 h. Após lavou-se o material com água corrente e adicionou-se água (aproximadamente duas partes), ajustando o pH para 6,0 com uma solução de hidróxido de sódio 0,01%. Em seguida, iniciou-se a cocção em banho-maria à 60°C, por 4-6 horas. Após este período, o sistema foi mantido à 10°C, por 24 horas, retirando-se manualmente a gordura superior.

4.2.2 Segundo Teste

Colocou-se 500 g de subproduto em cocção somente com água (850 mL) por 20 minutos, à 100 °C. Após este período, o sistema foi mantido à 10°C, por 24 horas, retirando-se manualmente a gordura superior.

4.2.3 Terceiro teste

Os subprodutos cortados (500 g) foram imersos em ácido acético 4,5% por 4 horas. Logo após, lavou-se o sistema em água corrente, sendo este encaminhado para cocção com 850 mL de água à 65 °C, por 6 horas. Em seguida, armazenou-se metade do volume de sobrenadante à 10°C, por 24 horas, enquanto a outra metade e foi evaporada a temperatura de 90°C, por 2 horas. Após este período, o sistema foi mantido à 10°C, por 24 horas, retirando-se manualmente a gordura superior.

4.2.4 Quarto Teste

Primeiramente foi realizado o tratamento das amostras utilizando hidróxido de sódio. Após, promoveu-se lavagens, primeiramente com água corrente, em seguida, a lavagem com peróxido de hidrogênio e posteriormente com ácido sulfúrico. A solução de gelatina extraída foi filtrada, e levada para gelificar em geladeira à temperatura de 10°C, por 24 horas, retirando-se manualmente a gordura superior.

Após os pré-testes, as metodologias escolhidas para o estudo foram a primeira extração (pré tratamento com ácido clorídrico) e a terceira extração (pré tratamento com ácido acético), devido as melhores características visuais esperadas para uma gelatina e pela menor quantidade de substâncias químicas utilizadas.

4.3 SECAGEM DAS AMOSTRAS

Após a gelificação das amostras de gelatina, as mesmas foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar a 50°C, por 24 à 48h, até que a amostra obtivesse aspecto de filme. Logo após, a amostra seca seguiu para o liquidificador para obter forma física de pó.

4.4 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E DE TEXTURA

Análises físico-químicas de umidade, proteína, gordura, pH, viscosidade, força gel (Bloom) e rendimento da extração foram realizadas nas amostras, afim de caracterizá-las.

4.4.1 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.

4.4.2 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.

4.4.3 Gordura

A determinação do percentual de lipídeos contido na gelatina foi feita utilizando o método de Soxhlet descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.4.4 pH

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

4.4.5 Curvas de escoamento

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

Os ensaios foram realizados à temperatura ambiente, 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.

4.4.6 Força Gel (Bloom)

A força gel foi determinada pela 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. As amostras foram resfriadas à temperatura ambiente, por 30 minutos, para serem distribuídas na quantidade de 30 mL em copos plásticos sendo feita a medida de pH das soluções. Em seguida os copos foram cobertos com papel alumínio e armazenados à 10°C, por 18 horas. Depois deste período de maturação, com a finalidade de se determinar a força de gel, as amostras foram transferidas para o Texturômetro TAXT2 (SMS, Surrey, UK), Modelo P 0.5 com os ajustes de 0,5 mm/segundo de velocidade de penetração e distância de penetração de 4mm a partir da superfície. Esta análise foi realizada nos Laboratórios de Tecnologia e Processos da Universidade Estadual de Campinas.

4.5 RENDIMENTO DE EXTRAÇÃO

Segundo Bueno (2008) com adaptações, a análise do rendimento de extração foi calculada de acordo com a massa da gelatina em pó em relação a massa úmida das amostras, conforme indicado pela equação 1.:

$$\text{produção de gelatina (\%)} = \frac{\text{massa da gelatina em pó (g)} \times 100}{\text{massa do subproduto fresco (g)}} \quad (1)$$

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados foi efetuada do software Assistat versão 7.7 Beta a partir do teste de Tukey com intervalo de 95% de confiança ($p \leq 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão apresentados os resultados da pesquisa de extração e caracterização da gelatina de subprodutos suínos, bem como as fotografias tiradas no momento da pesquisa.

A Figura 4 apresenta o pré-tratamento das matérias primas e a Figura 5 mostra a extração térmica em banho maria.



Figura 4 – Pré-tratamento das matérias primas.



Figura 5 – Extração térmica da gelatina.

Nas Figuras 6 e 7 se encontram, respectivamente, a amostra em processo de secagem na estufa e a gelatina seca, pronta para seguir ao liquidificador.

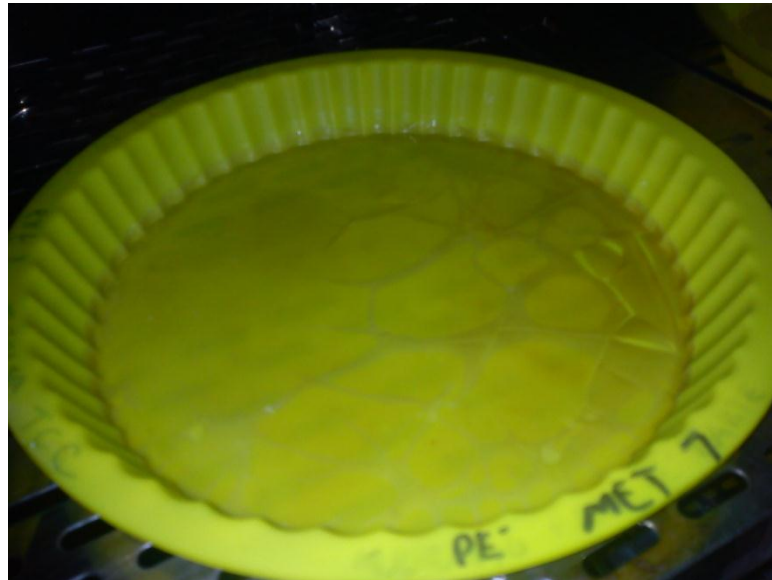


Figura 6 – Gelatina em processo de secagem



Figura 7 – Gelatina seca

As Figuras 8 e 9 apresentam a amostra sob o processo de moagem e a gelatina com textura moída, respectivamente.



Figura 8 – Processo de moagem da gelatina



Figura 9 – Gelatina de pé de porco em pó; extraída através da primeira metodologia (pré tratamento com ácido clorídrico)

5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA GELATINA

5.1.1 Análises de umidade

Dados referentes à umidade das amostras estão apresentados na Tabela 2. Pode-se observar que a umidade de algumas amostras diferiram entre si. Esta diferença se deve ao fato do tempo de secagem das amostras terem variado entre 24 à 48h, evidenciando que a umidade das amostras deve ser utilizada como forma de controle de qualidade de secagem. Esta modificação do processo será seguida em trabalhos futuros.

Apesar dos sistemas analisados neste estudo apresentarem diferenças em seus valores de umidade, estes se encontram abaixo do valor máximo de umidade para a gelatina (12%), descrito na legislação brasileira.

Tabela 2 - Percentual de umidade.

Amostras	Umidade (%)
Pé (Ác. Clorídrico) (1)	8,748 ^{ab}
Pé (Ác. Acético) (2)	7,850 ^{bc}
Pé (Ác. Acético Evap.) (3)	10,233 ^a
Couro (Ác. Clorídrico) (4)	7,7034 ^{bc}
Couro (Ác. Acético) (5)	7,222 ^c
Couro (Ác. Acético Evap.) (6)	6,8526 ^c

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

Na Tabela 3 são comparados o percentual de umidade da gelatina obtida em três trabalhos de pesquisas distintos com diferentes pré-tratamentos e matérias-primas.

Tabela 3 - Comparação entre várias pesquisas em relação a umidade da gelatina.

Trabalho de Pesquisa	Pré-Tratamento	Matéria-prima utilizada	Umidade
Almeida (2012)	Ácido Acético (4%)	Pés de Frango	9,74
Prestes et al. (2013)	-*	Bovina*	5,72 a 12,30
Molinari (2014)	Ácido Clorídrico (0,3%); Água; Ácido Acético (4,5% sem e com evaporação)	Pele de tilápia	5,34 a 9,54

*O autor realizou o estudo comparando gelatinas comerciais de matéria prima bovina, não indicando o pré-tratamento utilizado.

Neste trabalho, o percentual de umidade encontrado ficou entre 6,85 e 10,23 (Tabela 2) sendo, portanto, semelhante ao encontrado pelos outros autores (Tabela 3). Prestes et al. (2013) obteve um percentual de 5,72 a 12,30, enquanto que Molinari (2014) obteve valores entre 5,34 a 9,54 e Almeida (2012) de 9,74.

5.1.2 Análises de teor proteico

Os percentuais de proteína obtidos neste trabalho encontram-se na Tabela 4. Apesar de algumas amostras apresentarem diferenças significativas entre si, todas estão de acordo com a legislação brasileira, que estabelece valores mínimos de 78% para a gelatina. Os valores encontrados foram consideravelmente altos, variando de 81,89 a 99,79.

Tabela 4 - Percentual de Proteínas

Amostras	Proteínas (%)
Pé (Ác. Clorídrico) (1)	81,896 ^d
Pé (Ác. Acético) (2)	83,776 ^{cd}
Pé (Ác. Acético Evap.) (3)	90,380 ^{bc}
Couro (Ác. Clorídrico) (4)	95,711 ^{ab}
Couro (Ác. Acético) (5)	94,729 ^{ab}
Couro (Ác. Acético Evap.) (6)	99,7967 ^a

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

Foi realizada uma comparação (Tabela 5), entre diversos estudos de extração de gelatina, analisando-se o teor de proteínas obtido.

Tabela 5 - Comparação entre várias pesquisas em relação ao teor de proteína da gelatina.

Trabalho de Pesquisa:	Pré-Tratamento	Matéria-prima utilizada:	Proteína
Bandeira (2009)	Hidróxido de Sódio (3%)	Cabeça de carpa	10,70
Ferreira (2013)	Ácido Acético (4,5%); Ácido Clorídrico (0,3); Ácido Sulfúrico (0,8)	Pé de frango	67,5 a 69,9
Almeida (2004)	Hidróxido de Sódio 0,1M	Pele do peito de frango	55,03
Almeida (2012)	Ácido Acético (4%)	Pés de Frango	78,52
Molinari (2014)	Ácido Clorídrico (0,3%); Ág Ácido Acético (4,5% sem e c evaporação)	Pele de tilápia	77,91 a 81,56
Prestes et al. (2013)	-*	Bovina*	84,49 a 97,39

*O autor realizou o estudo comparando gelatinas comerciais de matéria prima bovina, não indicando o pré-tratamento utilizado.

No presente estudo, o teor de proteínas obtido variou entre 81,89 a 99,79, podendo afirmar que se manteve semelhante ao estudo realizado por Prestes et al. (2013) com gelatinas comerciais obtidas a partir de matéria-prima bovina. Os outros estudos verificados obtiveram valores de proteínas inferiores, sendo o menor deles encontrado por Almeida (2004) a partir da extração de pele do peito de frango, obtendo um percentual de apenas 55,03%.

5.1.3 Análise do teor lipídico

A presença de gordura na gelatina não é uma característica desejada, sendo esta retirada durante o processo. A Tabela 6 abaixo indica os percentuais de lipídeos encontrados no presente estudo. Pode-se observar que as amostras não apresentaram diferenças significativas entre si.

Tabela 6 - Percentual de Lipídeos.

Amostras	Lipídeos (%)
Pé (Ác. Clorídrico)	0,708 ^a
Pé (Ác. Acético)	2,459 ^a
Pé (Ác. Acético Evap.)	0,378 ^a
Couro (Ác. Clorídrico)	1,844 ^a
Couro (Ác. Acético)	1,567 ^a
Couro (Ác. Acético Evap.)	0,000 ^a

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

A comparação realizada com outros estudos em relação ao teor de lipídeos encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Comparação entre várias pesquisas em relação ao teor de lipídeos da gelatina.

Trabalho de Pesquisa	Pré-Tratamento	Matéria-prima utilizada	Lipídeos (%)
Bandeira (2009)	Hidróxido de Sódio (3%)	Cabeça de carpa	3,70
Almeida (2004)	Hidróxido de Sódio 0,1M	Pele do peito de frango	14,46
Almeida (2012)	Ácido Acético (4%)	Pés de Frango	6,91
Prestes et al. (2013)	-*	Bovina*	0,67 a 1,44
Molinari (2014)	Ácido Clorídrico (0,3%); Água; Ácido Acético (4,5% sem e com evaporação)	Pele de tilápia	0,25 a 3,79

*O autor realizou o estudo comparando gelatinas comerciais de matéria prima bovina, não indicando o pré-tratamento utilizado.

O percentual de lipídeos encontrado neste estudo ficou entre 0 a 2,45%, podendo-se, portanto, afirmar que ficou semelhante ao encontrado por Molinari (2014) com valores entre 0,25 e 3,79 e Prestes et al. (2013) que obteve teores de 0,67 a 1,44. A pesquisa realizada por Almeida (2004) com pele do peito de frango obteve valor de 14,46%, sendo este bem acima dos encontrados pelos outros autores. Já o estudo realizado por Almeida (2012) com pés de frango teve o percentual de lipídeos de 6,91%, apesar de significativamente inferior ao de Almeida (2004), também está acima do obtido pelos outros pesquisadores.

5.1.4 Rendimento das extrações

O rendimento da extração de gelatina do pé e do couro suíno ficou entre 1,66 a 5,94. Observando a Tabela 8 abaixo, pode-se concluir que o couro como matéria prima apresentou um rendimento maior do que o pé suíno em todos os processos de extrações.

Observando a metodologia utilizada para o pré-tratamento com ácido acético, com e sem evaporação, pode-se verificar que o rendimento do processo com evaporação - amostras (3) e (6) - foi superior ao sem evaporação - amostras (2) e (5). Resultado semelhante foi obtido por Molinari (2014) que analisou gelatinas provenientes de peles de tilápia.

Tabela 8 - Percentual de Rendimento

Amostras	Rendimento (%)
Pé (Ác. Clorídrico) (1)	1,661
Pé (Ác. Acético) (2)	1,902
Pé (Ác. Acético Evap.) (3)	2,675
Couro (Ác. Clorídrico) (4)	5,941
Couro (Ác. Acético) (5)	2,762
Couro (Ác. Acético Evap.) (6)	3,623

Na Tabela 9 encontram-se as comparações do rendimento das extrações entre diversos autores.

Tabela 9 - Comparação entre várias pesquisas em relação ao rendimento de gelatina.

Trabalho de Pesquisa	Pré-Tratamento	Matéria-prima utilizada	Rendimento obtido (%)
Almeida (2012)	Ácido Acético (4%)	Pés de Frango	5,33
Biluca et al. (2011)	Hidróxido de Sódio (0,3%) seguido de Ácido Sulfúrico (0,3%) seguido de Ácido Cítrico (0,7%)	Pele e ossos de bagre	5,85
Bandeira (2009)	Hidróxido de Sódio (3%)	Cabeça de carpa	2,00
Molinari (2014)	Ácido Clorídrico (0,3%); Água; Ácido Acético (4,5% sem e com evaporação)	Pele de tilápia	6,21 a 12,08

Neste estudo, o rendimento ficou entre 1,66 e 5,94%, portanto encontra-se dentro dos limites encontrados pelos demais autores. Bandeira (2009) obteve rendimento de 2% na extração de gelatina de cabeças de carpa, enquanto que Almeida (2012) obteve 5,33% para pés de frango e Billuca et al (2011) de 5,85%. O único estudo que obteve maiores rendimentos foi o de Molinari (2014) que ficou entre 6,21 e 12,08% na extração de gelatina de pele de tilápia.

5.2 ANÁLISES DE BLOOM (TEXTURA DAS GELATINAS) E pH

Os valores obtidos na determinação da força do gel (Bloom) e pH estão descritos na Tabela 10, os resultados mostram que as texturas das amostras extraídas com ácido clorídrico (1) e (4), ácido acético (2) e (5) e ácido acético com evaporação (3) e (6) não diferiram entre si. Isto demonstra que o processo de extração influenciou na textura, e conseqüentemente no valor do Bloom, independente do subproduto utilizado (pé ou couro). Maiores estudos devem ser realizados, mas a princípio estes resultados mostram que o processo interferiu mais na qualidade da textura do que a matéria prima utilizada. Pode-se notar que o maior Bloom foi observado para a extração com ácido clorídrico, o que vem em desencontro ao esperado, já que este é um ácido forte e pode promover

desnaturação e conseqüente diminuição nos valores de textura. Apesar do ácido clorídrico puro ser mais forte que o ácido acético, sua concentração neste trabalho foi muito baixa, promovendo somente a abertura das cadeias. Já o ácido acético foi utilizado numa concentração maior, o que pode ter promovido uma desnaturação parcial da gelatina. Porém, somente pode-se realizar esta afirmação quando os dados forem confrontados com outras análises, como por exemplo, a espectrometria de massa.

Tabela 10 - Análises de Bloom e pH.

Amostras	Bloom (g)	pH
Pé (Ác. Clorídrico) (1)	289 ^a	5,8
Pé (Ác. Acético) (2)	248 ^b	5,6
Pé (Ác. Acético Evap.) (3)	194 ^c	5,8
Couro (Ác. Clorídrico) (4)	275 ^a	5,5
Couro (Ác. Acético) (5)	232 ^b	5,3
Couro (Ác. Acético Evap.) (6)	187 ^c	5,3

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

O Bloom está diretamente ligado à resistência e degradação da gelatina, portanto é uma das suas mais importantes propriedades funcionais. Esta força é afetada pela temperatura, tempo de estocagem e pH e interfere diretamente na escolha da gelatina para determinada aplicação industrial (BORDIGNON, 2010). Através deste trabalho, notou-se que além das variáveis citadas, o processo de extração também tem grande influência sobre as características de textura.

De acordo com Johnston-Bank (1983) a força do gel pode ser classificada como:

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

Observando os dados apresentados da Tabela 10, verifica-se que nenhuma das amostras se enquadrou na classificação de Bloom baixo, as amostras (3) e (6) ficaram no intervalo de classificação de Bloom médio e as demais - amostras (1), (2), (4) e (5) - ficaram classificadas como Bloom alto. Vale enfatizar que a metodologia

com ácido acético evaporado obteve os menores valores de Bloom para ambas as matérias primas (couro e pé), isto ocorreu provavelmente devido à hidrólise promovida pelo grande tempo de exposição destas amostras à alta temperatura, o que pode ter provocado uma desnaturação da gelatina. Este resultado vai em desconformidade aos valores obtidos por Molinari (2014), cujo processo de evaporação proporcionou uma grande eliminação de água com conseqüente aumento do teor de proteína e elevação do Bloom, esta diferença entre os dois estudos provavelmente se deve às características moleculares da matéria prima utilizada pela autora (pele de tilápia).

A Tabela 11 apresenta a comparação do Bloom obtido em diversos estudos de extração de gelatina com diferentes matérias primas.

Tabela 11 - Comparação entre várias pesquisas em relação a força do gel da gelatina.

Trabalho de Pesquisa	Pré-Tratamento	Matéria-prima utilizada	Força do Gel (g)
Silva (2010)	Hidróxido de Sódio (3 M) seguida de Ácido Clorídrico (3 M)	Cabeça de carpa	240,3
Ferreira (2013)	Ácido Acético (4,5%); Ácido Clorídrico (0,3); Ácido Sulfúrico (0,8)	Pé de frango	200 a 260
Bordignon (2010)	Ácido Sulfúrico	Pele de tilápia salgada; Pele de tilápia congelada	12,7 a 200,1
Molinari (2014)	Ácido Clorídrico (0,3%); Água; Ácido Acético (4,5% sem e com evaporação)	Pele de tilápia	184 a 267

No presente estudo os valores de Bloom ficaram entre 187 e 289, mostrando-se semelhantes aos outros trabalhos realizados, com exceção da pesquisa de Bordignon (2010) que obteve um valor de Bloom de 12,7 para a matéria prima de pele de tilápia salgada, sendo classificada como Bloom baixo.

A comparação realizada com diversos estudos em relação ao pH da gelatina encontra-se na Tabela 12.

Tabela 12 - Comparação entre várias pesquisas em relação ao pH da gelatina.

Trabalho de Pesquisa	Pré-Tratamento	Matéria-prima utilizada	pH
Bandeira (2009)	Hidróxido de Sódio (3%)	Cabeça de carpa	4,10
Ferreira (2013)	Ácido Acético (4,5%); Ácido Clorídrico (0,3); Ácido Sulfúrico (0,8)	Pé de frango	2,60 a 4,34
Almeida (2004)	Hidróxido de Sódio 0,1M	Pele do peito de frango	7,43
Prestes et al. (2013)	-*	Bovina*	6,11 a 8,17
Biluca et al. (2011)	Hidróxido de Sódio (0,3%) seguido de Ácido Sulfúrico (0,3%) seguido de Ácido Cítrico (0,7%)	Pele e ossos de bagre	3,20

*O autor realizou o estudo comparando gelatinas comerciais de matéria prima bovina, não indicando o pré-tratamento utilizado.

O pH variou entre 5,3 a 5,8 (Tabela 10), mostrando-se compatível com o intervalo médio das pesquisas de outros autores (Tabela 12). Pela Tabela, nota-se que Prestes et al. (2013) obteve uma faixa de pH de 6,11 a 8,17 para gelatinas comerciais de matéria-prima bovina. Os demais estudos diferiram bastante, sendo que Almeida (2004) obteve pH de 7,43 para gelatina de pele do peito de frango, Ferreira (2013) de 2,60 a 4,34 para o pé de frango, Bandeira (2009) de 4,10 para a cabeça de carpa e Biluca et al. (2011) de 3,20 para pele e ossos de bagre. A grande variação de pH dos autores citados está diretamente relacionada ao método (pré-tratamento e neutralização) utilizado durante a extração.

A legislação vigente diz que o pH da gelatina comestível deve variar entre 4,7 a 6,5 (BRASIL, 1952), portanto o presente estudo encontra-se de acordo com a legislação brasileira.

Os valores de pH encontrados nesta pesquisa não foram baixos mesmo nos processos onde utilizou-se ácidos fortes, isto se deve ao procedimento correto de neutralização utilizado nas diferentes metodologias. Os valores adequados de pH também indicam que os processos de lavagens foram eficazes.

5.3 CURVAS DE ESCOAMENTO (ESCOAMENTO ESTACIONÁRIO):

A caracterização reológica de biopolímeros (como gelatina) pode ser realizada através de ensaios estacionários ou dinâmicos, dependendo da informação que se deseja obter. Ensaios estacionários (curvas de escoamento) são úteis em cálculos de tubulações, dimensionamento de equipamentos, desenvolvimento e otimização de processos (MORESI & SPINOSE, 1980), ou seja, são adequados quando se deseja entender o comportamento do fluido durante aplicações industriais do mesmo (BARNES et al., 1989).

Os fluidos podem ser classificados como newtonianos, quando a viscosidade do sistema independe da taxa de deformação, ou não-newtonianos, quando não ocorre esta característica. Os comportamentos mais comuns de soluções proteicas como a gelatina são os não-newtonianos do tipo pseudoplásticos (SATO; CUNHA, 2007). Nestes casos, ocorre a diminuição da viscosidade com o aumento da taxa de deformação (TONELI; MURR; PARK, 2005).

Os resultados dos ensaios reológicos determinados neste trabalho podem ser observados nas Figuras 10 (curvas de escoamento) e 12 (viscosidade) para a gelatina extraída do pé suíno e nas Figuras 11 (curvas de escoamento) e 13 (viscosidade) para a gelatina extraída do couro suíno. A partir da análise das referidas curvas, observa-se que as viscosidades de todas as amostras diminuíram com o aumento da taxa de deformação, portanto, possuem as características dos fluidos pseudoplásticos.

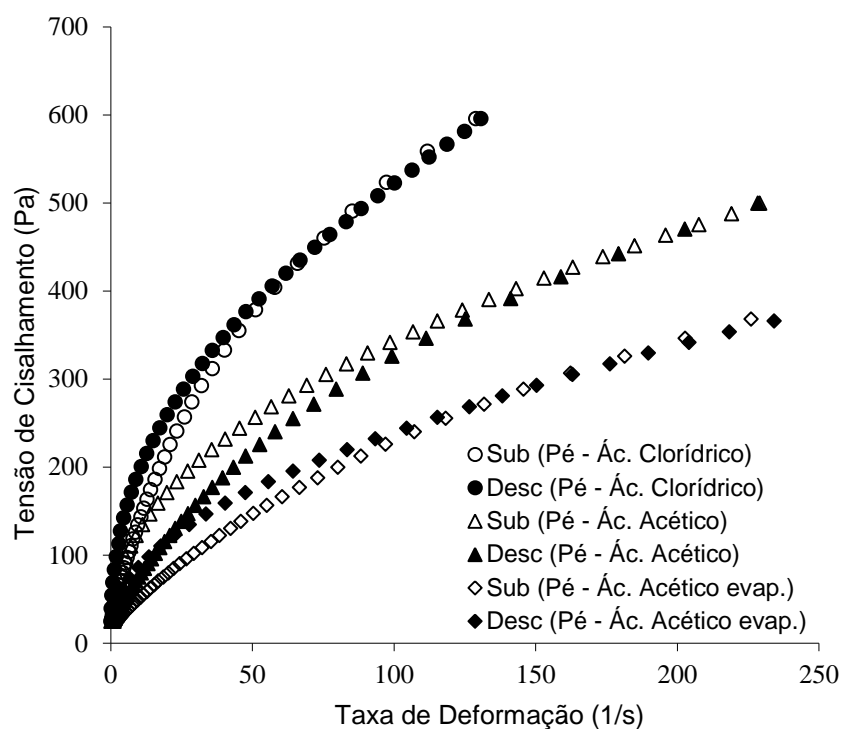


Figura 10 – Relação entre taxa de deformação e tensão de cisalhamento para as gelatinas extraídas do pé

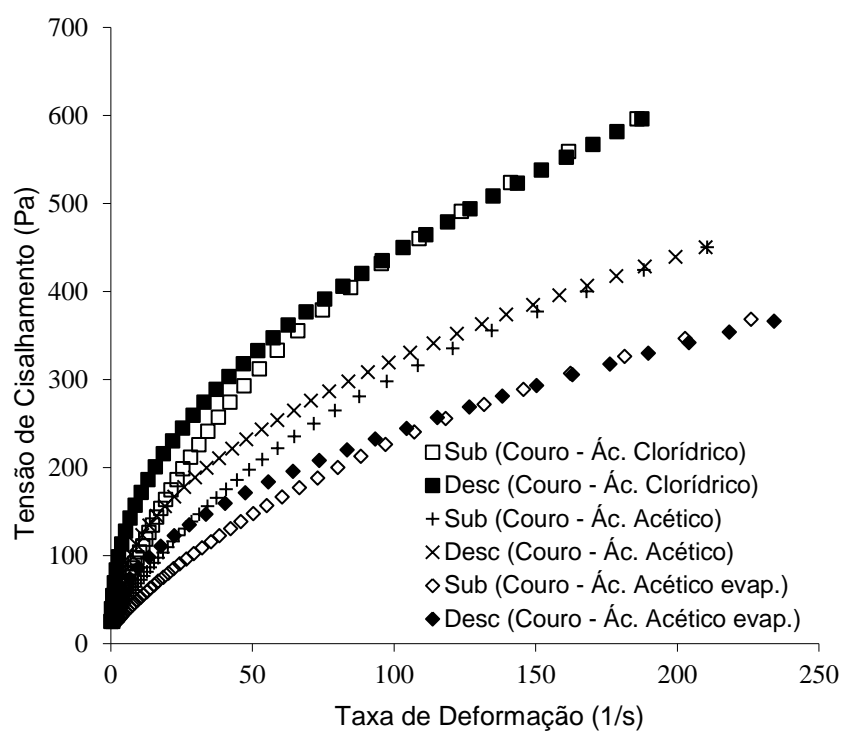


Figura 11 - Relação entre taxa de deformação e tensão de cisalhamento para as gelatinas extraídas do couro

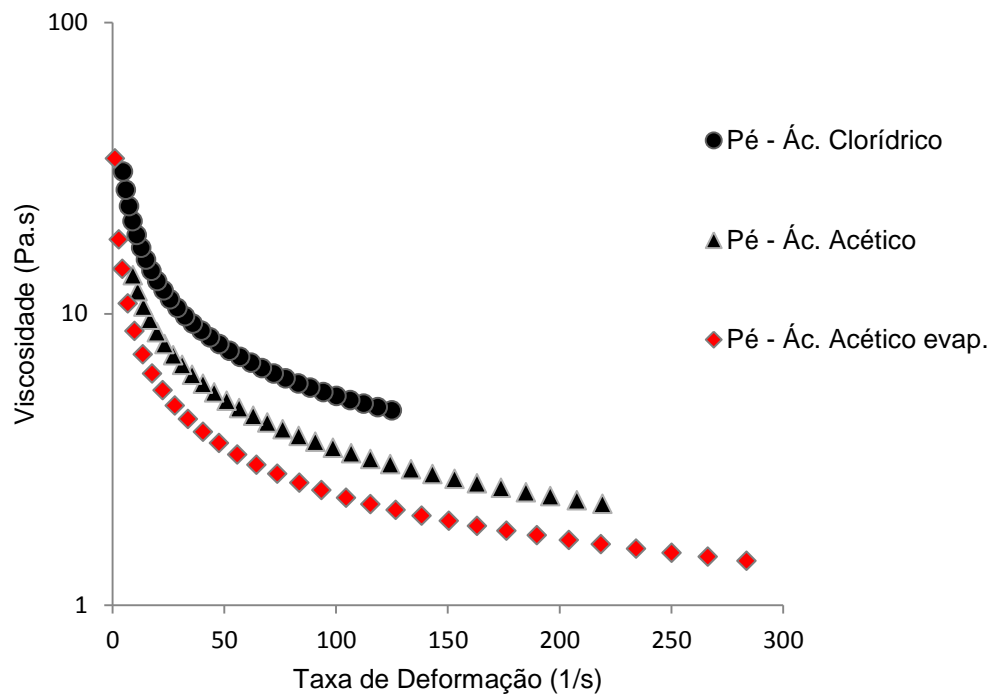


Figura 12 – Relação entre viscosidade e taxa de deformação para as gelatinas extraídas do pé

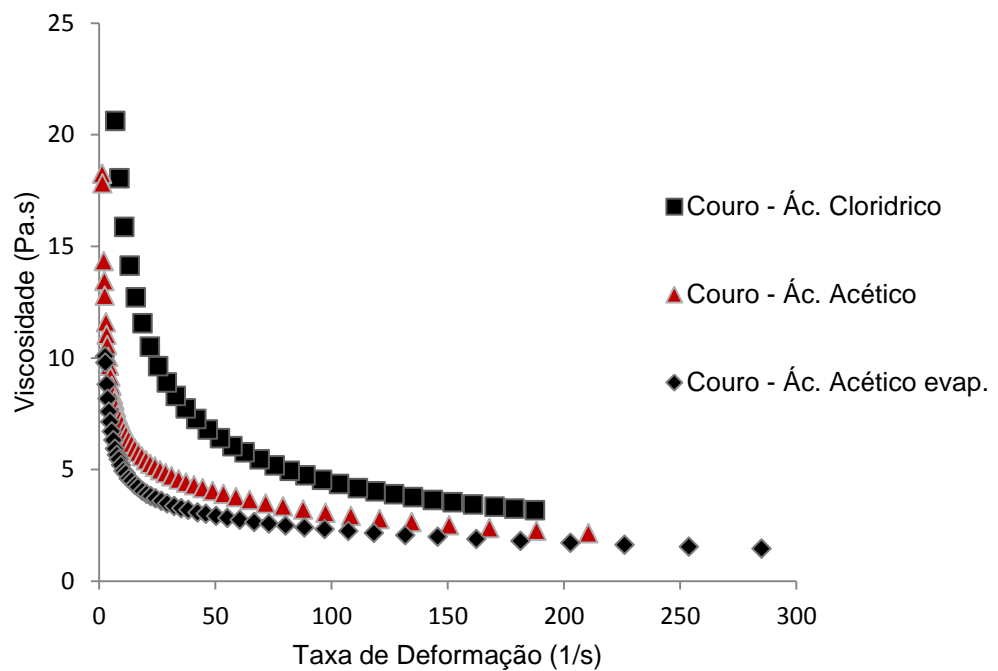


Figura 13 - Relação entre viscosidade e taxa de deformação para as gelatinas extraídas do couro

SUKHA et al. (2008) estudaram as mudanças reológicas e estruturais em géis de gelatina em água. Os géis apresentaram um comportamento predominantemente pseudoplástico, com taxas de deformação final variando entre 40 e 250 s⁻¹. Resultados semelhantes foram observados nas curvas de escoamento (Figuras 10 e 12) deste trabalho, onde, algumas amostras não apresentaram bons resultados à altas taxas de deformação.

Resultados como estes geralmente mostram que as camadas do fluido estão sofrendo “escorregamento”, onde uma lâmina de água é expelida para as paredes do instrumento de medida do equipamento conforme se aumenta a velocidade (taxa de deformação). Porém, mais estudos devem ser realizados, a fim de se observar se os resultados realmente são uma característica das amostras ou se os conjuntos utilizados de probe-spindle do reômetro não foram adequados.

Nas curvas de escoamento foram utilizadas taxas crescentes (subida) e decrescentes (descida), a fim de se observar a histerese característica de cada amostra. Ocorreu uma tendência à histerese em baixas taxas de deformação, porém, a grande variação nos valores de medida não possibilita afirmar esta tendência. Esta análise também nos mostra o quanto um sistema varia com o tempo, ou seja, seu caráter tixotrópico (a amostra se desestrutura com o tempo de cisalhamento) ou reopético (quando há estruturação do sistema). Nas extrações do pé e couro de porco, as amostras tenderam a uma característica reopética, com exceção da extração com ácido acético do pé suíno que apresentou característica tixotrópica. No entanto, a tendência à sinérese foi muito sucinta e mais estudos devem ser realizados a fim de se concluir estes comportamentos.

6 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que as gelatinas obtidas a partir do pé e do couro de suínos obtidas pelos pré-tratamentos realizados neste estudo apresentaram-se como fluidos pseudoplásticos, com Bloom de médio a alto e com alto teor de proteínas (entre 81 a 99%). Os valores obtidos em sua caracterização física (umidade, proteína e pH) estão de acordo com a legislação brasileira.

As análises de textura demonstraram que o tratamento utilizado na extração influencia fortemente o valor do Bloom, interferindo diretamente na sua aplicação.

De modo geral, a gelatina extraída do couro de suíno apresentou maior rendimento se comparado com o pé suíno.

Conclui-se, também, que o aproveitamento destes subprodutos mostra-se uma boa alternativa à indústria de abate de suínos, pois os mesmos seriam descartados ou vendidos por um baixo preço a indústrias de rações.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Utilizar os valores de umidade como características de qualidade durante o processo de secagem.
- Realizar o estudo da capacidade de retenção de água das gelatinas;
- Realizar mais testes reológicos, ampliando a variação do conjunto probe-spindle.
- Realizar a modelagem matemática dos dados reológicos.
- Realizar análises microbiológicas para verificar possíveis contaminações;
- Realizar testes para a aplicação das gelatinas de suínos em biofilmes;
- Realizar desodorização das gelatinas;
- Aplicar sabor e aroma nas amostras para análises sensoriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALMEIDA, J. V. P. **Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de patê cremoso de frango adicionado de material colagenoso, extraído da pele de frango**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

ALMEIDA, P. F. **Análise da qualidade de gelatina obtida de tarsos de frango e aspectos envolvidos no processo produtivo**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Nove de Julho. São Paulo, 2012.

ALMEIDA, P. F.; SANTANA, J. C. C. Avaliação da Qualidade de uma Gelatina Obtida a Partir de Tarsos de Frango. **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Carlos, Brasil, 2010.

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.

ALVES, S. G. T; FERREIRA, S. H. P. Propriedades funcionais de material colagenoso de pés de frango. **ALAN**. Caracas, vol. 52, n.3, set. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222002000300010&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 jun. 2014.

BANDEIRA, S. F. **Extração e caracterização da gelatina obtida de cabeças de carpa**. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 2009.

BARNES, H. A.; HUTTON, J. F.; WALTERS, K. **An introduction to rheology**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1989, p. 199.

BILUCA, F. C.; MARQUETTI, C.; ALFARO, A. de T. Produção de gelatina de pele e ossos de Bagre. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v.5. Ponta Grossa, 2011.

BORDIGNON, A. C. **Caracterização da pele e da gelatina extraída de peles congeladas e salgadas de tilápia do Nilo**. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual de Maringá. Maringá 2010.

BORDIGNON, A. C. et al. Aproveitamento de peles de tilápia-do-nilo congeladas e salgadas para extração de gelatina em processo batelada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.14, n.3. Maringá, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária (Dispoa). DECRETO Nº 30.691, DE 29 DE MARÇO DE 1952, **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Disponível em: <http://www.agrodefesa.gov.br/index.php/publicacoes/insp-legislacoes/federal/99-decreto-30691/file>

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

CONFAGRI, **Confederação Nacional das Cooperativas Agrícolas e do Crédito Agrícola de Portugal**. 2013. Disponível em: <<http://www.confagri.pt/Noticias/Pages/noticia47506.aspx>>. Acesso em: 13 jul. 2014.

FERREIRA, I. V. L. Impactos Ambientais de Abatedouros e Medidas Mitigatórias. XXVIII **Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental**. México, 2002.

FERREIRA, M. F. **Extração e caracterização de gelatina proveniente de subprodutos do frando: pés.** Trabalho de Conclusão de Curso para Obtenção do Título de Engenheiro de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 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 marina fish species in Malaysia. **International Food Research Journal.**, v. 16, p.387-389, 2009.

JOHNSTON-BANKS, F. A. Gelatin. **Elsevier Applied Science**, p. 233-289, 1983.

MARTINS, C. A. F.; MIGUEL, M. D.; ZANIN, S. M. W. Utilização de material colagenoso e gorduroso extraído de peles de frango na indústria alimentícia, cosmética e de sabão. **Visão Acadêmica.** V.10, n.2. Curitiba, 2009.

MOLINARI, M. C. **Extração e caracterização de gelatina a partir de subprodutos de tilápia.** Trabalho de Conclusão de Curso para Obtenção do Título de Engenheiro de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

MUSTARDO, P.; KENNEDY, N. **Preservação de fotografias: métodos básicos para salvaguardar suas coleções.** 2ª edição. Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos, 2001.

PALAZZO, A. B. **Análise tempo-intensidade, perfil descritivo e estudo de consumidos de gelatinas tradicionais e diet sabor framboesa.** Dissertação de Mestrado em Alimentos e Nutrição. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.

PETRY, R. D. et al. Influência de adjuvantes e técnica de enchimento sobre as características farmacêuticas de cápsulas de gelatina dura contendo teofilina. **Caderno de Farmácia.** V.14, n. 1/2. 1998.

PRESTES, R. C. et al. Caracterização da fibra de colágeno, gelatina e colágeno hidrolisado. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.15, n.4. Campina Grande, 2013.

RACHED, R. Z. **Caracterização de Pequenas Criações de Suínos no Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio, Instituto Biológico da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, São Paulo, 2009.

REIS, C. **Avaliação da capacidade emulsificante de gelatina acilada**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2011.

SANTOS, T. M. **Influência de nano cristais de celulose sobre as propriedades de filmes de gelatina de resíduos de tilápia**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012.

SATO, A. C. K.; CUNHA, R. L. Influência da temperatura no comportamento reológico da polpa de jabuticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.27, n.4. Campinas, 2007.

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

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.

SILVA, R. de S. G. **Obtenção de gelatina utilizando cabeças de carpa comum: avaliação das etapas de pré-tratamento e extração**. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 2010.

SUKHA, P.R.; RUTGERS, R.; BHANDARI, B.; SCUDERI, M. Rheological and microstructural changes of gelatine gels as a function of processing. **7RD International Symposium on Food Rheology and Structure**, p. 595-596, 2008.

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

TONELI, J. T. de C. L.; MURR, F. E. X.; PARK, K. J. Estudo da reologia de polissacarídeos utilizados na indústria de alimentos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.7, n.2. Campina Grande, 2005.