

Extração e caracterização de gelatina de subprodutos suínos

RESUMO

Valquiria Maeda Rojas

valkmrojas@gmail.com

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

Angela Maria Gozzo

angelained@gmail.com

Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

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. As questões relacionadas ao meio ambiente, como o aproveitamento dos resíduos industriais, consolidam-se como uma preocupação crescente, sendo a recuperação de subprodutos de abatedouros uma opção importante, além de economicamente rentável, contribuindo para diminuir os impactos 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 a 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 (187 a 289 g). 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 suínos.

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 obtidos 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 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.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

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 500 g de cada subproduto para cada extração. Foram utilizados ácido clorídrico, ácido acético, hidróxido de sódio, peróxido de hidrogênio e ácido sulfúrico.

MÉTODOS

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.

Primeiro teste

Os subprodutos (500 g de cada) foram colocados, separadamente, 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 (1000 mL), ajustando o pH para 6,0 com uma solução de hidróxido de sódio 0,01%. Em seguida, iniciou-se a cocção em banho-maria a 60 °C, por 4-6 horas. Após este período, o sistema foi mantido a 10 °C, por 24 horas, retirando-se manualmente a gordura superior.

Segundo teste

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

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 a 65 °C, por 6 horas. Em seguida, armazenou-se metade do volume de sobrenadante a 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 a 10 °C, por 24 horas, retirando-se manualmente a gordura superior.

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 utilizando ácido acético), devido as melhores características visuais esperadas para uma gelatina e pela menor quantidade de substâncias químicas utilizadas.

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, sendo posteriormente peneiradas.

Caracterizações físico-químicas e de textura

Análises físico-químicas de umidade, proteína, gordura, pH, força gel (Bloom) e rendimento da extração foram realizadas nas amostras, afim de caracterizá-las. 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. A determinação do percentual de proteína foi realizada utilizando o método de Kjeldahl. Segundo as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), o fator de conversão para a gelatina é de 5,55. A determinação do percentual de lipídeos contido na gelatina foi feita utilizando o método de Soxhlet descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008). O pH foi determinado por processo eletrométrico (medidor direto de pH). Para a determinação da viscosidade, as amostras de gelatina foram preparadas em banho de água, a 45 °C, até estarem completamente dissolvidas, em seguida determinou-se as curvas de escoamento por viscosímetro rotativo Brookfield modelo DVIII (TAVAKOLIPOUR, 2011).

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.

A força gel (Bloom) 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.

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 à massa úmida das amostras, conforme indicado pela Equação 1:

$$\text{prod gelatina (\%)} = \frac{m \text{ gelatina em pó} \times 100}{m \text{ subproduto fresco}} \quad (1)$$

Sendo:

prod gelatina: Produção de Gelatina (%);

m gelatina em pó: Massa da gelatina em pó (g);

m subproduto fresco: Massa de subproduto fresco (g).

Análise estatística

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados referentes à umidade das amostras estão apresentados na Tabela 1. Pode-se observar que as umidades de algumas amostras diferiram entre si. Isto demonstra que o tempo de secagem não deve ser fixo para todos os procedimentos, sendo este parâmetro readequado para cada sistema. Apesar das amostras analisadas 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 1. 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

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

Neste trabalho, o percentual de umidade encontrado ficou entre 6,85 e 10,23 (Tabela 1) sendo, portanto, semelhante ao encontrado pelos outros autores (Tabela 2). 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.

Tabela 2. Comparação entre pesquisas em relação à 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

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

Os percentuais de proteína e lipídeos obtidos neste trabalho encontram-se na Tabela 3. 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. Foi realizada uma comparação (Tabela 4) entre diversos estudos de extração de gelatina, analisando-se o teor de proteínas obtido.

Tabela 3. Percentual de proteínas e lipídeos.

Amostras	Proteínas (%)	Lipídeos (%)
Pé (Ác. Clorídrico) (1)	81,896 ^d	0,708 ^a
Pé (Ác. Acético) (2)	83,776 ^{cd}	2,459 ^a
Pé (Ác. Acético Evap.) (3)	90,380 ^{bc}	0,378 ^a
Couro (Ác. Clorídrico) (4)	95,711 ^{ab}	1,844 ^a
Couro (Ác. Acético) (5)	94,729 ^{ab}	1,567 ^a
Couro (Ác. Acético Evap.) (6)	99,7967 ^a	0,000 ^a

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

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%.

Tabela 4. 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%); Água; Ácido Acético (4,5% sem e com evaporação)	Pele de tilápia	77,91 a 81,56
Prestes et al. (2013)	-*	Bovina*	84,49 a 97,39

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

A presença de gordura na gelatina não é uma característica desejada, sendo esta retirada durante o processo. A Tabela 3 indica, ainda, os percentuais de lipídeos encontrados no presente estudo. Pode-se observar que as amostras não apresentaram diferenças significativas entre si.

A comparação realizada com outros estudos em relação ao teor de lipídeos encontra-se na Tabela 5. 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.

O rendimento da extração de gelatina do pé e do couro suíno ficou entre 1,66 a 5,94. Observando a Tabela 6 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.

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

Trabalho de Pesquisa	Pré-Tratamento	Matéria-prima utilizada	Lipídeo (%)
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

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

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 6. Percentual de rendimento.

Amostras	Proteínas (%)
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 7 encontram-se as comparações do rendimento das extrações entre diversos autores. 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.

Os valores obtidos na determinação da força do gel (Bloom) e pH estão descritos na Tabela 8, 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). 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 7. 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%) Hidróxido de Sódio (0,3%) seguido de Ácido Sulfúrico (0,3%) seguido de Ácido Cítrico (0,7%)	Pés de Frango	5,33
Biluca et al. (2011)	Hidróxido de Sódio (3%) Ácido Clorídrico (0,3%); Água;	Pele e ossos de bagre	5,85
Bandeira (2009)	Ácido Acético (4,5% sem e com evaporação)	Cabeça de carpa	2,00
Molinari (2014)		Pele de tilápia	6,21 a 12,08

Tabela 8. 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

NOTA: *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 150 g), Bloom médio (entre 150 e 220 g), Bloom alto (entre 220 e 300 g).

Observando os dados apresentados da Tabela 8, 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 consequente 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 9 apresenta a comparação do Bloom obtido em diversos estudos de extração de gelatina com diferentes matérias primas.

Tabela 9. Comparação entre várias pesquisas em relação à 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 10. O pH variou entre 5,3 a 5,8 (Tabela 8), mostrando-se compatível com o intervalo médio das pesquisas de outros autores (Tabela 10). 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.

Tabela 10. 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

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

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.

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 (TONELLI; MURR; PARK, 2005).

Os resultados dos ensaios reológicos determinados neste trabalho podem ser observados nas Figuras 1 (curvas de escoamento) e 3 (viscosidade) para a gelatina extraída do pé suíno e nas Figuras 2 (curvas de escoamento) e 4 (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.

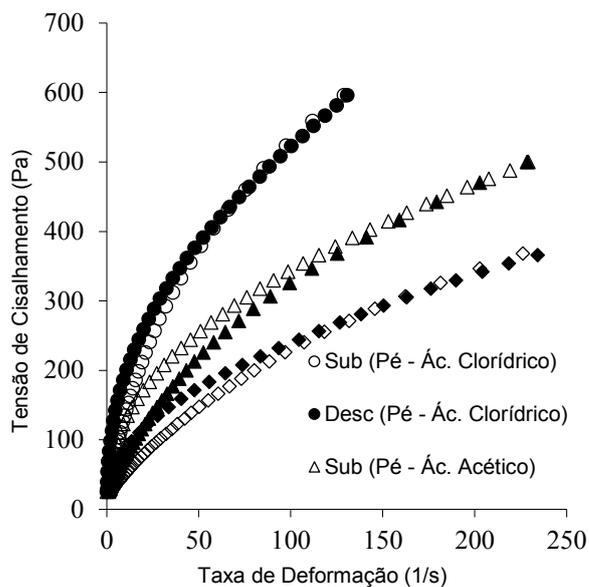


Figura 1. Relação entre taxa de deformação e tensão de cisalhamento para as gelatinas extraídas do pé.

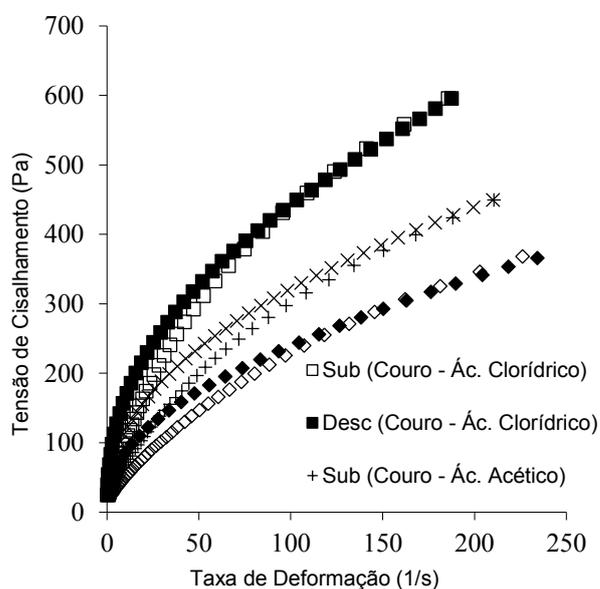


Figura 2. Relação entre taxa de deformação e tensão de cisalhamento para as gelatinas extraídas do couro.

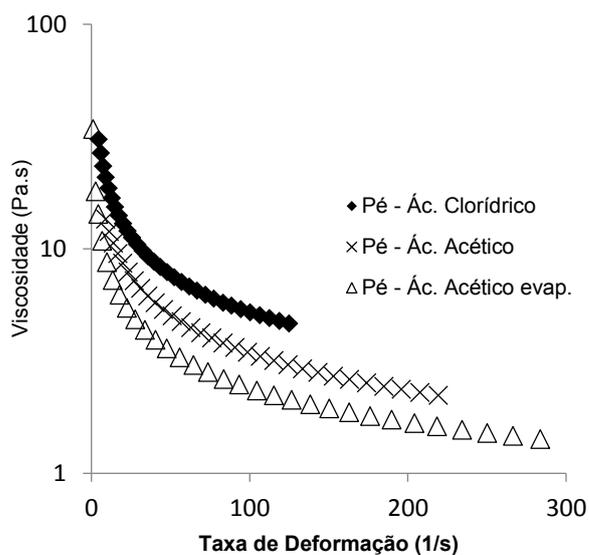


Figura 3. Relação entre viscosidade e taxa de deformação para as gelatinas extraídas do pé.

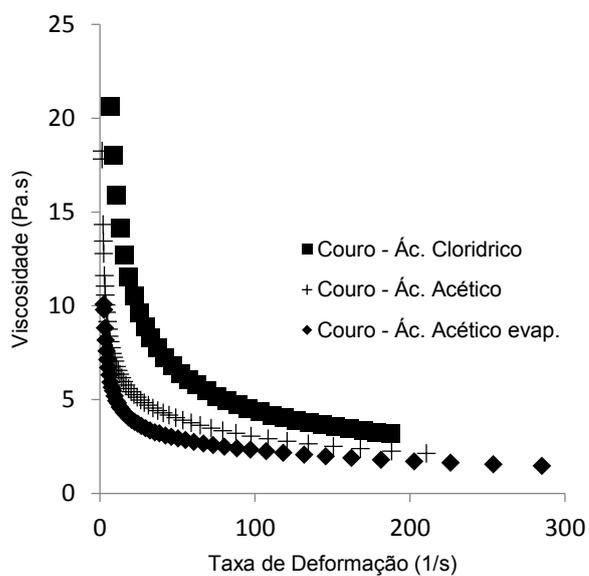


Figura 4. Relação entre viscosidade e taxa de deformação para as gelatinas extraídas do couro.

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 1 e 2) deste trabalho, onde, algumas amostras não apresentaram bons resultados a 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.

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 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.

Extraction and characterization of porcine byproduct gelatin

ABSTRACT

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.

REFERÊNCIAS

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.

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.

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.

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.

SATO, A. C. K.; CUNHA, R. L. Influência da temperatura no comportamento reológico da polpa de jaboticaba. **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. **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.

UKHA, 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.

Recebido: 30 out. 2016.

Aprovado: 29 ago. 2017.

DOI: 10.3895/rebrapa.v8n2.4933

Como citar:

ROJAS, V. M.; GOZZO, A. M. Extração e caracterização de gelatina de subprodutos suínos. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 8, n.2, p. 98-115, abr./jun. 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Valquiria Maeda Rojas

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

