



**CLAUDINE GARCIA CHAVES DA COSTA**

**OBTENÇÃO DE CONCENTRADOS PROTEICOS  
A PARTIR DE SUBPRODUTOS SUÍNOS**

**LAVRAS – MG**

**2018**

**CLAUDINE GARCIA CHAVES DA COSTA**

**OBTENÇÃO DE CONCENTRADOS PROTEICOS  
A PARTIR DE SUBPRODUTOS SUINOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a do título de Mestre.

Orientador

Dr. João de Deus Souza Carneiro

**LAVRAS – MG**

**2018**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

da Costa, Claudine Garcia Chaves.

Obtenção de concentrados proteicos a partir de subprodutos  
suínos / Claudine Garcia Chaves da Costa. - 2018.

83 p.

Orientador(a): João de Deus Souza Carneiro.

Coorientador(a): Eduardo Mendes Ramos.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Proteínas cárneas. 2. Concentrados proteicos. 3. Propriedades  
tecnológicas. I. Carneiro, João de Deus Souza. II. Ramos, Eduardo  
Mendes. III. Título.

**CLAUDINE GARCIA CHAVES DA COSTA**

**OBTENÇÃO DE CONCENTRADOS PROTEICOS  
A PARTIR DE SUBPRODUTOS SUINOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a do título de Mestre.

APROVADA em 17 de agosto de 2018.

Dr. Eduardo Mendes Ramos                      UFLA

Dr. Robledo de Almeida Torres Filho        UFV

Dr. João de Deus Souza Carneiro  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2018**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que foi força nos momentos mais particulares e difíceis durante essa escolha, em que o desânimo e a fadiga muitas das vezes prevaleciam, mas que me fizeram acreditar que tudo tinha um propósito e que tudo acontece no tempo Dele e não nosso. E uma certeza eu tenho: “Plantar é opcional, mas a colheita é obrigatória, se ajudo com desempenho, minha semente é satisfatória”.

À família maravilhosa que Deus me concedeu, que sempre acreditou e apostou em mim, que são meus exemplos de orgulho, carinho e admiração. Agradeço todos os dias por ter vocês ao meu lado, e agradeço em especial À minha “mãe”, que nunca mediu esforços para tornar os meus sonhos realidade, e que sempre foi meu exemplo de garra e determinação.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), universidade em que eu me formei, da qual eu me orgulho muito. Ao Departamento de Ciência dos Alimentos, a todo o corpo docente, ao apoio técnico e estrutural, que permitiu com que meu projeto se tornasse real. Em especial, gostaria de agradecer ao meu orientador, professor João de Deus, sempre compreensivo, atencioso e dedicado ao trabalho, e ao professor Eduardo Mendes Ramos, sempre disponível a me ajudar e a me orientar, pessoas pelas quais eu criei uma admiração muito grande.

Ao CNPQ, pelo financiamento de todo o projeto e por investir na formação e educação dos estudantes do país.

A todos os amigos que o mestrado me deu, que eu digo que são “presentes” que eu ganhei, por todo o carinho, sempre dispostos a me ajudar, a me ouvir, a me aconselhar, nessa jornada que não foi nada fácil. Em especial à Marielle, como meus dias eram mais alegres e felizes ao seu lado! Sempre carinhosa e compreensiva. À Luana, pela compreensão e companheirismo de

sempre, À Marina, sempre carinhosa e pronta para me ouvir, além de me socorrer nas horas mais necessárias, ao Abel, Douglas e Lorena, por toda paciência e carinho para me ajudar sempre, e a todos os amigos que eu ganhei durante essa jornada, que acreditaram no meu sucesso. Tenham certeza que vocês ficarão para sempre em minhas lembranças, pois a vida não teria graça, se não fosse vocês.

A todas as pessoas que torceram por mim, que acreditaram no meu potencial, e que me ensinaram todos os dias a ser uma pessoa melhor. Gostaria de citar aqui, em especial, a minha gerente da Vilma Alimentos, Cristina, que sempre acreditou no meu potencial e me proporcionou experiências profissionais únicas, que me tornaram uma profissional mais dedicada e autoconfiante, e é claro, a todos os colegas de trabalho e amigos que conquistei na Vilma. Também gostaria de agradecer a minha atual patroa e diretora Marisa, que também acreditou no meu potencial e profissionalismo, e não mediu esforços quando eu precisei faltar ao trabalho para me dedicar a finalização do mestrado. E a todos os colegas e amigos de trabalho que convivo hoje na Vale D'ouro. Hoje me considero uma pessoa realizada profissionalmente e tenho orgulho da história e do caminho que eu trilhei. Minha colheita foi satisfatória. Gratidão a vida!

“Dinheiro faz homens ricos, o conhecimento faz homens sábios e a humildade faz homens grandes.”

Mahatma Gandh

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo a obtenção de concentrados proteicos a partir de subprodutos suínos (fígado, rim e coração) e a avaliação das suas propriedades físico-químicas e tecnológicas, a fim de agregar valor a esses subprodutos. Inicialmente, foram construídas curvas de solubilidade proteica dos subprodutos suínos (rim, fígado e coração), para determinar o pH ótimo de solubilidade das proteínas na sua extração. Desse modo, as extrações proteicas foram realizadas em pH alcalino, a partir de precipitação isoelétrica, com o pH de 9,5 para fígado, o pH de 12,0 para coração e, o pH de 9,0 para rim. Os extratos obtidos foram centrifugados, liofilizados e moídos em moinho de bolas, obtendo-se seis concentrados em pó, caracterizados segundo suas frações sobrenadante e pellet no pH determinado. Os concentrados foram caracterizados pela sua composição centesimal, sendo que todos apresentaram teor proteico acima de 68%, o que garante a denominação de ‘concentrado’ aos concentrados obtidos, de acordo com a RDC n° 268, de 22 de setembro de 2005, que aprova o ‘Regulamento técnico para produtos proteicos de origem vegetal’. Os maiores teores ( $P \leq 0,05$ ) de proteínas solúveis em água e solúveis em solução salina foram encontrados no concentrado de fígado obtido da fração sobrenadante. A maior capacidade de retenção de água ( $P \leq 0,05$ ) foi encontrada no concentrado de coração obtido da fração sobrenadante (332%), que também apresentou maior valor ( $P \leq 0,05$ ) que os ingredientes comerciais utilizados como controle: isolado proteico de soja (274%) e concentrado proteico de soro de leite (107%). Os concentrados foram avaliados quanto a cor objetiva, em relação aos parâmetros  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$  e houve diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre os concentrados em relação a todos esses parâmetros de cor. Todos os concentrados obtidos foram aplicados em um sistema de emulsão, como substitutos de ingredientes comerciais, e foram analisados segundo sua estabilidade da emulsão, onde o concentrado de coração obtido da fração sobrenadante apresentou menor valor ( $P \leq 0,05$ ) para os teores de fluidos exsudados. Na análise da medida da cor objetiva, a emulsão adicionada do concentrado de coração obtido da fração sobrenadante, apresentou maior valor ( $P \leq 0,05$ ) de  $C^*$ , devido a presença de hemoglobina. Na análise de textura dos géis, foram avaliados os parâmetros de dureza, coesividade e mastigabilidade, sendo os maiores valores ( $P \leq 0,05$ ) encontrados no isolado proteico de soja, pois ele possui maior teor proteico e menor quantidade de gordura. Todos os concentrados proteicos obtidos apresentaram qualidade igual ou superior aos ingredientes comerciais comumente usados (isolado de soja e concentrado proteico de soro de leite), porém, dentre eles, aquele que apresentou melhor desempenho tecnológico foi o concentrado de coração obtido a partir da fração sobrenadante. Além disso, a produção de



concentrados proteicos é uma alternativa técnica e econômico para agregação de valor a subprodutos suínos, como fígado, coração e rim.

Palavras-chave: Proteínas da carne. Propriedades tecnológicas. Viabilidade técnica. Viabilidade econômica. Ingredientes.

## ABSTRACT

The objective of the present work was to obtain protein concentrates from pork products (liver, kidney and heart) and the evaluation of their physico-chemical and technological properties, in order to add value to these by-products. Initially, protein solubility curves of the pork products (kidney, liver and heart) were constructed to determine the optimum solubility pH of the proteins in their extraction. Thus, protein extractions were performed at alkaline pH, from isoelectric precipitation, pH 9.5 for liver, pH 12.0 for heart and pH 9.0 for kidney. The extracts obtained were centrifuged, lyophilized and milled in a ball mill, obtaining six powder concentrates, characterized by their supernatant and pellet fractions at the determined pH. The concentrates were characterized by their centesimal composition, all of which presented protein content above 68%, which guarantees the denomination of 'concentrate' to the concentrates obtained, in accordance with RDC No. 268 of September 22, 2005, which approves the 'Technical Regulation for Protein Products of Plant Origin'. The highest levels ( $P < 0.05$ ) of water soluble and saline soluble proteins were found in the liver concentrate obtained from the supernatant fraction. The highest water retention capacity ( $P < 0.05$ ) was found in the heart concentrate obtained from the supernatant fraction (332%), which also presented higher value ( $P < 0.05$ ) than the commercial ingredients used as control: isolated soy protein (274%) and whey protein concentrate (107%). Concentrates were evaluated for the objective color in relation to the parameters  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$  and there was a significant difference ( $P < 0.05$ ) between the concentrates in relation to all these color parameters. All the obtained concentrates were applied in an emulsion system, as substitutes of commercial ingredients, and were analyzed according to their emulsion stability, where the heart concentrate obtained from the supernatant fraction presented lower value ( $P < 0.05$ ) for the contents of exuded fluids. In the analysis of the objective color measure, the added emulsion of the heart concentrate obtained from the supernatant fraction presented a higher value ( $P < 0.05$ ) of  $C^*$ , due to the presence of hemoglobin. In the analysis of the texture of the gels, the parameters of hardness, cohesiveness and chewing were evaluated, being the highest values ( $P < 0.05$ ) found in the soy protein isolate, since it has a higher protein content and a lower amount of fat. All the obtained concentrates were applied in an emulsion system, as substitutes of commercial ingredients, and were analyzed according to their emulsion stability, where the heart concentrate obtained from the supernatant fraction presented lower value ( $P < 0.05$ ) for the contents of exuded fluids. In the analysis of the objective color measure, the added emulsion of the heart concentrate obtained from the supernatant fraction presented a higher value ( $P < 0.05$ ) of  $C^*$ , due to the presence of hemoglobin. In the analysis of the texture of the gels, the parameters of hardness, cohesiveness and chewing were evaluated,

being the highest values ( $P < 0.05$ ) found in the soy protein isolate, since it has a higher protein content and a lower amount of fat. All the protein concentrates obtained were of equal or superior quality to the commonly used commercial ingredients (soy isolate and whey protein concentrate), but among them, the one that presented the best technological performance was the heart concentrate obtained from the supernatant fraction. In addition, the production of protein concentrates is a technical and economical alternative for adding value to pork products such as liver, heart and kidney.

Key words: Proteins of meat. Technological properties. Technical viability. Economic viability. Ingredients.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal de subprodutos suínos. ....	21
Tabela 2 - Composição dos aminoácidos essenciais (g/16gN) presentes nos grãos de soja, na farinha de soja, no concentrado de soja, no isolado proteico de soja, na proteína vegetal texturizada (PVT) de soja e o requerimento padrão da FAO. ....	38
Tabela 3 - Composição centesimal (%) dos subprodutos suínos (média + desvio-padrão). ....	51
Tabela 4 - Composição centesimal (%) dos concentrados proteicos (média + desvio padrão). ....	54
Tabela 5 - Teores de proteínas solúveis (mg/g) em água e em solução salina dos concentrados proteicos (Média + desvio padrão). ....	57
Tabela 6 - Capacidade de retenção de água (%) dos concentrados proteicos (média + desvio padrão). ....	59
Tabela 7 - Cor dos concentrados proteicos (média+desvio padrão). ....	61
Tabela 8 - Estabilidade de emulsões elaboradas a partir da adição de diferentes concentrados proteicos (média + desvio padrão) ....	64
Tabela 9- Cor das emulsões contendo os concentrados proteicos, isolado proteico de soja e concentrado proteico de soro de leite (média+desvio). ...	66

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1 -	Curvas de solubilidade proteica (mg/mL) de fígado, coração e rim para valores de pH de 1,5 a 12,0. ....	52
Figura 2	Análise qualitativas da cor dos concentrados proteicos. ....	62
Figura 3	Cor de emulsões cozidas formadas a partir da adição de concentrados proteicos de rim, fígado e coração suíno, concentrado proteico de soro de leite e isolado proteico de soja.....	67
Figura 5	Dureza, Coesividade e Mastigabilidade encontrados nos géis formados a partir da adição de concentrados proteicos suínos, concentrado proteico de soro de leite e isolado de soja.1.....	70
Quadro 1	Propriedades funcionais de proteínas em alimentos e aplicações. ....	29

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Definição e nomenclatura/ Legislação</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Geração de subprodutos na indústria de carnes</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3</b>	<b>Importância tecnológica e nutricional dos subprodutos gerados pela indústria cárnea</b> .....	<b>19</b>
<b>2.4</b>	<b>Processos de obtenção de concentrados proteicos</b> .....	<b>22</b>
<b>2.5</b>	<b>Proteínas cárneas</b> .....	<b>24</b>
<b>2.5.1</b>	<b>Proteínas miofibrilares</b> .....	<b>24</b>
<b>2.5.2</b>	<b>Proteínas sarcoplasmáticas</b> .....	<b>26</b>
<b>2.5.3</b>	<b>Proteínas estromais</b> .....	<b>27</b>
<b>2.6</b>	<b>Propriedades funcionais das proteínas</b> .....	<b>27</b>
<b>2.6.1</b>	<b>Capacidade de retenção de água</b> .....	<b>31</b>
<b>2.6.2</b>	<b>Propriedades emulsificantes</b> .....	<b>32</b>
<b>2.6.3</b>	<b>Propriedades geleificantes</b> .....	<b>33</b>
<b>2.7</b>	<b>Ingredientes proteicos utilizados em produtos cárneos</b> .....	<b>34</b>
<b>2.7.1</b>	<b>Proteínas do soro do leite</b> .....	<b>34</b>
<b>2.7.2</b>	<b>Proteína isolada de soja</b> .....	<b>36</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>40</b>
<b>3.1</b>	<b>Matéria-prima</b> .....	<b>40</b>
<b>3.2</b>	<b>Obtenção dos concentrados proteicos a partir dos subprodutos suínos</b> .....	<b>40</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Determinação do pH ótimo de solubilização das proteínas</b> .....	<b>43</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Obtenção dos extratos proteicos</b> .....	<b>43</b>
<b>3.3</b>	<b>Caracterização dos concentrados proteicos</b> .....	<b>44</b>

3.3.1	Composição centesimal .....	44
3.3.2	Teor de proteínas solúveis em solução aquosa e solúveis em solução salina.....	45
3.3.3	Capacidade de retenção de água .....	45
3.3.4	Cor objetiva dos concentrados proteicos.....	46
3.4	Propriedades tecnológicas dos concentrados proteicos aplicados em um sistema de emulsão.....	47
3.4.1	Avaliação da estabilidade da emulsão crua.....	47
3.4.2	Cor objetiva da emulsão cozida.....	48
3.4.3	Análise do perfil de textura dos géis (TPA).....	49
3.5	Delineamento Experimental e Análises Estatísticas.....	49
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	51
4.1	Composição centesimal dos subprodutos suínos .....	51
4.2	Solubilidade proteica dos subprodutos.....	51
4.3	Composição centesimal dos concentrados proteicos .....	53
4.4	Teores de proteínas solúveis em água e em solução salina dos concentrados proteicos.....	57
4.5	Capacidade de retenção de água dos concentrados proteicos .....	59
4.6	Cor objetiva dos concentrados proteicos.....	60
4.7	Estabilidade da emulsão crua.....	63
4.8	Cor objetiva da emulsão cozida.....	65
4.9	Análise do Perfil de Textura dos géis (TPA).....	68
5	CONCLUSÃO .....	72
	REFERÊNCIAS .....	73

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento mundial no consumo de carnes ocasiona o aumento na geração de miúdos, os quais são todos os órgãos e vísceras dos animais de açougue, usados na alimentação humana (miolos, língua, coração, fígado, rins, rúmen e retículos), obtidos após o abate de animais de corte. Os miúdos representam 20 a 30% do peso vivo em bovinos e suínos e 5 a 6% em aves e possuem proteínas de boa qualidade, sendo normalmente utilizados como ingrediente para produção de ração animal. No entanto, os mesmos apresentam alto potencial nutricional e tecnológico, o que sugere que esses ‘subprodutos’ poderiam ser utilizados para outros fins na indústria de alimentos, tais como produção de concentrados ou isolados proteicos para utilização como ingredientes em produtos alimentícios.

O termo ‘concentrados’ não possui uma definição específica pela ANVISA, sendo encontrado no Regulamento técnico para produtos proteicos de origem vegetal, teor no mínimo, 68 e 88% de proteína (% N x 6,25) em base seca, para produtos proteicos (BRASIL, 2005). De acordo com a literatura, concentrados proteicos podem ser definidos como ingredientes que são utilizados em diversos segmentos da indústria alimentícia, em virtude das principais propriedades funcionais das proteínas presentes nesses concentrados, tais como: retenção de água, aumento da viscosidade, formação de rede com glóbulos de gordura, formação de géis, capacidade emulsificante, capacidade de aeração e formação de espuma, além de realce da cor, sabor e textura dos produtos. Desse modo, a caracterização e o estudo das propriedades tecnológicas dos concentrados proteicos obtidos a partir de subprodutos suínos, permitem a aplicação desses concentrados em produtos cárneos (como mortadelas), como substitutos de ingredientes comerciais, a fim de melhorar as características tecnológicas desses produtos e também agregar valor.



O isolamento e a purificação das proteínas presentes nos subprodutos suínos, tornam-se uma alternativa rentável para aproveitamento e agregação de valor aos subprodutos gerados pela indústria cárnea. Dentre os diversos métodos para recuperação das proteínas presentes nos músculos, a precipitação isoelétrica e hidrólise enzimática, são as técnicas mais comumente utilizadas. Nos últimos anos, a precipitação isoelétrica, ou variação do pH, tem sido muito utilizada devido ao seu alto rendimento e facilidade de manuseio, sendo que esse método é baseado no ponto isoelétrico das proteínas, que está normalmente situado entre pH 4,5 e 6,5. Nesse intervalo, as proteínas precipitadas apresentam maior qualidade proteica e as propriedades funcionais dessas proteínas são evidenciadas. Podem ser construídas curvas de solubilidade, como testes preliminares, para melhor conhecimento. Sendo assim, esse trabalho objetivou a obtenção e caracterização de concentrados proteicos obtidos a partir de subprodutos suínos (fígado, coração e rim), visando agregar valor a esses subprodutos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Definição e nomenclatura/ Legislação**

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária do Brasil, (BRASIL, 2017), miúdos são os órgãos e as partes de animais de abate julgados aptos para o consumo humano pela inspeção veterinária oficial para suídeos, podem ser considerados: língua, fígado, coração, encéfalo, estômago, rins, pés, orelhas, máscara e rabo. Souza e Montenegro (2000) classificam como subproduto comestível proveniente do abate de animais de corte, qualquer parte comestível pelo homem, de valor econômico, menos a carcaça limpa, derivada do abate de animais de corte.

O significado de subprodutos é muito amplo, uma vez que depende de costumes regionais, culturais e da própria evolução do processo tecnológico. Em decorrência do abate e após a separação das carnes de valor econômico, têm-se retalhos cárneos, envoltórios naturais, gorduras, cartilagens, pele, ossos, sangue e vísceras, que podem servir como subprodutos comestíveis para alimentação humana. No entanto, alguns podem considerá-los somente um resíduo, enquanto outros podem considerá-los subproduto comestível ou matéria-prima para o desenvolvimento de produtos (PARDI et al., 2007).

Os termos ‘miúdos’, ‘resíduos’ e ‘subprodutos’ (por vezes referidos ‘co-produtos’), são usados frequentemente e de forma alternada para caracterizar os produtos secundários obtidos a partir de alimentos musculares, como frutos do mar e oriundos a partir do processamento de carnes e aves, podendo incluir tanto materiais comestíveis ou não comestíveis (GEHRING; DAVENPORT; JACZYNSKI, 2009). O termo ‘miúdos’ implica conotações negativas a esses materiais, de que os mesmos não possuem valor e precisam ser descartados. Do

contrário, os termos ‘subproduto’ ou ‘co-produto’ sugerem importância a esses produtos secundários, que se forem recuperados adequadamente, poderiam tornar-se valiosos (GEHRING et al., 2011) Sendo assim, a indústria alimentar e a literatura científica devem referir-se a esses materiais como ‘subprodutos’ ou ‘co-produtos’ em vez de ‘miúdos’ ou ‘resíduos’ para que seja minimizada a visão negativa do consumidor em relação ao uso desses materiais como produtos de valor agregado (MATAK; TAHERGORABI; JACZYNSKI, 2015).

## **2.2 Geração de subprodutos na indústria de carnes**

Nos últimos 50 anos, o consumo de carne aumentou em todo o mundo, de 23,1 kg por pessoa por ano em 1961, para 42,2 kg por pessoa por ano em 2011. O mesmo aconteceu com o consumo de proteínas, sendo que nos países mais desenvolvidos o consumo médio tem excedido as necessidades diárias. (SANS; COMBRIS, 2015). Esse aumento do consumo de carne ocasiona aumento da geração de subprodutos pela indústria de carnes.

No Brasil, cerca de 80,4% da produção brasileira de carne suína é destinada para o mercado interno, sendo que essa produção aumentou de 2.556.000 toneladas em 2010 para 3.731.000 toneladas em 2016 (ABPA, 2017). Considerando que o Brasil é um dos maiores produtores de carne suína no mundo, grandes quantidades de subprodutos são geradas em cada etapa do sistema de processamento e distribuição de carne. A quantidade de subproduto gerado varia muito, dependendo do método de processamento, peso, sexo e espécie de animal. Sendo que o valor dos subprodutos é maximizado quando são processados imediatamente após o abate. Caso contrário, degradam-se rapidamente para produtos não comestíveis (ABERLE et al., 2001). Na indústria cárnea, se os subprodutos animais não são utilizados eficazmente, uma valiosa fonte de receita

potencial é perdida, e o aumento inserido ao custo de escoamento desses produtos é repassado pela indústria (OCKERMAN; HANSEN 1988).

Os subprodutos comestíveis representam de 20 a 30% do peso vivo em bovinos e suínos e 5 a 6% em aves, e possuem importância tanto em relação a saúde pública como econômica. Além disso, apresentam grande diversidade nas suas características físico-químicas, o que contribui para o aumento da oferta de diferentes matérias primas, de menor custo, ricas em proteína de origem animal e outros nutrientes essenciais a saúde humana, que atendem aos mais variados tipos de consumidores e/ou podem originar diferentes produtos industrializados (SOUZA; MONTENEGRO, 2000). Subprodutos como sangue, fígado, pulmão, coração, rim, cérebro, baço e tripas possuem um alto valor nutritivo e estão presentes na dieta em inúmeros países do mundo (NOLLET; TOLDRÁ, 2011). Por exemplo, o fígado possui alto teor de vitaminas e minerais (KIM, 2011), embora o teor de colesterol seja elevado (BRAGAGNOLO, 2011).

### **2.3 Importância tecnológica e nutricional dos subprodutos gerados pela indústria cárnea**

Evidências arqueológicas sugerem que a utilização de subproduto animal foi identificada antes da história registrada. O uso de órgãos e vísceras para a alimentação, a utilização de peles de animais para vestuário e habitação, o emprego de ossos para confecção de ferramentas, o uso de esterco seco como combustível, o uso de peças intestinais para embalagens de alimentos e a utilização de peixe para fertilizantes em cultivos de plantas, são alguns exemplos conhecidos (OCKERMAN, 1988). Atualmente, entre as aplicações tecnológicas dos subprodutos, tem-se a sua incorporação como ingredientes em rações e alimentos para animais de estimação (MURRAY et al., 1997).

Subprodutos de carne contêm componentes alimentares primários que têm um elevado potencial na nutrição humana, e propriedades tecnológicas importantes devido ao seu alto teor de proteína. Existem diferenças em termos de funcionalidade das proteínas, as quais estão estritamente relacionados com as suas CRA, CE e geleificante. Logo, o tipo e a quantidade de subproduto da carne numa formulação podem influenciar a estabilidade e textura do produto acabado (KURT; ZORBA, 2006).

Além disso, órgãos de animais, bem como as glândulas, oferecem uma grande variedade de sabores e texturas e têm um alto valor nutritivo. Eles são apreciados como alimento em muitas partes do mundo, particularmente no Sudeste Asiático (LIU, 2002). Também possuem importância nutricional devido ao seu alto teor de vitaminas e minerais, que pode ser representado pelo Tabela 1.

Tabela 1 - Composição centesimal de subprodutos suínos.

	Proteína (g)	Gordura (g)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Na (mg)	K (mg)	Tiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Niacina (mg)	Vit. B6 (mg)	Ácido Pantatênico (mg)	Biotina (µg)	Vit. B12 (mg)	Vit A (IU)	Ácido Ascórbico (mg)	
<b>Suíno</b>																	
Coração	23.5	4.4	6	220	4.8	80	300	0.48	1.24	9.6		0.35	2.5	18.0	8.0	106	5.0
Rim	25.4	3.6	111	270	6.7	190	290	0.58	1.90	9.8		0.55	3.1	130.0	14.0	230	14.2
Fígado	21.6	6.8	10	370	21.0	87	320	0.31	3.09	16.4		0.68	0.9	27.0	25.0	10.9	23.0

Fonte: Ocherman (1988).

## 2.4 Processos de obtenção de concentrados proteicos

Diversos métodos para isolamento e purificação de nutrientes presentes nos subprodutos animais, e o seu uso como ingrediente na alimentação humana, foram estudados. Dentre eles, a separação de proteína do subproduto animal e a remoção da água para uso em refeições (ALEXIS; ROBERT, 2004), ou a geração de extratos de proteína bruta a partir de queratina, uma proteína estrutural fibrosa que constitui componente estrutural de cabelo, unha, penas e camada externa da pele de animais por meio de hidrólise enzimática utilizando enzimas como a queratinase (DEIVASIGAMANI; ALAGAPPAN, 2008). Os concentrados protéicos obtidos de subprodutos animais, possuem, normalmente, alto valor nutritivo, baixo custo e têm como finalidade proporcionar ao homem um produto com alto teor proteico e baixo teor de gordura, além de propriedades funcionais.

Desse modo, um novo modo de aumentar o valor de subprodutos animais seria extrair suas proteínas para uso como ingredientes funcionais em produtos cárneos, como exemplo, agentes emulsionantes ou agentes de geleificação. Entretanto, o principal problema é que há pouca informação sobre as propriedades das proteínas desses subprodutos e metodologias de extração (SELMANE; CHRISTOPHE; GHOLAMREZA, 2007).

Gault e Lawrie (1980) relataram ótimos resultados na extração, isolamento e produção de proteína de pulmão e estômago. Para melhor manter a funcionalidade das proteínas da carne, os autores sugeriram o uso de hidrólise enzimática.

Dentre as tecnologias mais citadas na literatura para obtenção de concentrados proteicos, uma técnica utilizada com sucesso consiste na solubilização ácida/alcalina, ou também denominada de variação de pH. Este método é baseado na ação das cargas das moléculas da proteína quando

submetidas a um pH básico (10,5 a 11,5), em que as cargas estão carregadas negativamente, ou quando em pH ácido (2,0 a 3,5), em que as cargas estão carregadas positivamente. Sendo assim, inicialmente é realizada a homogeneização da água com a matéria-prima e, posteriormente, a solubilização de proteínas de uma matriz alimentícia em pH básico (10,5-11,5) (HUHIN; KELLEHER, 1999).

Após a solubilização, o material é submetido à centrifugação, onde ocorre a separação do material dissolvido ou sobrenadante, do não dissolvido, ou pellet, que são então liofilizados. A precipitação da proteína só ocorre quando as cargas da proteína são nulas, sendo denominada de ponto isoelétrico, neste ponto, a proteína apresenta a menor solubilidade e é recuperada por centrifugação e decantação (NOLSO; UNDELAND, 2009; GEHRING et al., 2011).

A precipitação isoelétrica ocorre no ponto isoelétrico das proteínas, entre pH 4,5 e 6,5; onde as cargas negativas e positivas se equivalem, ou seja, quando as moléculas não possuem cargas positivas nem negativas em excesso e ocorre a precipitação (SGARBIERI, 1996). Curvas de solubilidade são realizadas, como testes preliminares, para determinação do ponto isoelétrico das proteínas.

Este método é de fácil de manuseio e tem resultado em rendimentos satisfatórios de extração, independentemente da sua razão de massa de proteína / lipídio. Concentração e purificação têm sido fundamentadas nos métodos de precipitação isoelétrica.

Em estudo realizado por Nolso e Undeland (2009) foi verificado que o processo de solubilização alcalina apresentou vantagens quanto a propriedades funcionais da proteína, como capacidade de formar gel, menor teor lipídico e cor mais clara, enquanto a solubilização alcalina, apresentou maior rendimento em proteína.



A remoção de lipídeos sobrenadantes pode ser feita de uma forma mecânica após a centrifugação, porém, para carne mecanicamente separada, Selmane, Christophe, e Gholamreza (2007) demonstrou uma melhor eficácia e rendimento da metodologia de precipitação isoelétrica, quando seguida por extração de lipídios, utilizando um solvente orgânico para remoção dos lipídios que não foram eliminados por centrifugação.

## **2.5 Proteínas cárneas**

As proteínas dos subprodutos são divididas em proteínas solúveis em água ou em soluções salinas diluídas (proteínas sarcoplasmáticas), proteínas solúveis em soluções salinas concentradas (proteínas miofibrilares), e por último, proteínas insolúveis em soluções salinas concentradas, em baixas temperaturas (proteínas do tecido conjuntivo e outras estruturas formadoras) (LAWRIE, 2005).

As escleroproteínas ou proteínas miofibrilares podem ser consideradas as proteínas presentes no suco da carne, e as proteínas sarcoplasmáticas responsáveis pela coloração da carne. Dentre as proteínas miofibrilares, aquelas consideradas mais importantes são a miosina e a actina. A primeira participa do conteúdo protéico do músculo numa proporção de aproximadamente 38%, podendo ambas se unirem para formar a actomiosina. Sendo que, outros autores fixam aquelas proporções respectivamente em 54 e 27% (PARDI et al., 2007).

### **2.5.1 Proteínas miofibrilares**

As proteínas miofibrilares representam mais de 55% das proteínas musculares. Essas proteínas formam miofibrilas, a unidade celular básica do

tecido muscular. Elas são predominantemente compostas por miosina e actina e também por proteínas reguladoras, como tropomiosina, troponina e actina (KRISTINSSON; HULTIN, 2003).

Nas fibras musculares, o filamento grosso, denominado miosina, e o filamento fino, actina, ligam-se para formar o complexo actomiosina durante a contração e relaxamento muscular. Quando dissolvidas em soluções salinas, a miosina e a actina formam espontaneamente este complexo e, portanto, é a principal forma das proteínas musculares que possuem solubilidade em solução salina (MATAK; TAHERGORABI.; JACZYNSKI, 2015). O ponto isoelétrico (pI) das proteínas miofibrilares é igual a 5,50. A temperatura e pH influenciam na solubilidade em água dessas proteínas. Elas também são solúveis em soluções salinas onde a força iônica (IS) excede 0,6 e em soluções com ponto isoelétrico extremamente baixo, menor que 0,0002 (STEFANSSON; HULTIN, 1994).

Os termos ‘solubilidade’ e ‘capacidade de extração’ são frequentemente comutados, uma vez que, sendo a proteína solúvel, esta pode ser extraída das fibras musculares ou miofibrilas em uma solução. Os sais cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de potássio (KCl) afetam a solubilidade das proteínas musculares (NAYAK; KENNEYSLIDER, 1996). Esses sais alteram os efeitos eletrostáticos, de hidratação e estruturação da água das proteínas miofibrilares, resultando em aumento da solubilidade (*salting in*) ou insolubilidade (*salting out*) (CHANG, 1997).

A miosina e a actomiosina (complexo formado na contração muscular) são os componentes encontrados em maior quantidade nas proteínas miofibrilares e são responsáveis pelas suas propriedades funcionais. Além disso, a miosina e actomiosina influenciam em parâmetros de qualidade de produtos cárneos, tais como: textura, capacidade de retenção de água, capacidade ligante emulsificante (SGARBIERI, 1987; AYALA, 2001).

Na indústria alimentícia, as proteínas miofibrilares apresentam propriedades funcionais, que podem contribuir para a qualidade final do produto. Estas propriedades incluem gelificação, capacidade de retenção de água e emulsificação, as quais afetam a qualidade e a aceitação do produto final. As propriedades funcionais das proteínas miofibrilares são influenciadas pela espécie e idade do animal e pelos parâmetros de processamento durante a sua extração, como: pH, PI e concentração de sal em soluções salinas (SUZUKI, 1981).

### **2.5.2 Proteínas sarcoplasmáticas**

As proteínas sarcoplasmáticas constituem de 25 a 30% da proteína muscular total e são considerados solúveis em água; embora a sua solubilidade em água seja ligeiramente afetada pelo ponto isoeletrico. Como as proteínas sarcoplasmáticas são solúveis em água, elas são isoladas simplesmente através do uso de uma pressão do tecido muscular e posterior extração ou por extração com solução salina de baixa força iônica. Porém, as proteínas sarcoplasmáticas produzem gel de baixa qualidade, possuem baixa capacidade de retenção de água, e interferem com a reticulação da miosina durante a formação da rede de gel, o que produz um impacto negativo na textura de alimentos (MATAK; TAHERGORABI; JACZYNSKI, 2015).

Entre as substâncias presentes nas proteínas sarcoplasmática, pode-se encontrar o miogênio, a mioglobina e a hemoglobina, sendo as duas últimas responsáveis pela cor própria da carne (PARDI et al., 2007). Em relação as hemoproteínas, a mioglobina possui maior importância na formação da cor da carne. Outra participação tecnológica é na maturação da carne e consequente favorecimento de sua maciez, por meio da ação do complexo enzimático de calpaínas e catepsinas presente no sarcoplasma (GOMIDE et al., 2013).

### **2.5.3 Proteínas estromais**

As proteínas estromais representam 10 a 15% da proteína muscular total. Elas são constituídas basicamente por colágeno e elastina, que estão presentes na estrutura muscular do tecido conectivo. Estas proteínas são insolúveis em água, independentemente do pH, temperatura ou força iônica da solução, e também não determinam as propriedades funcionais das proteínas. No aquecimento com calor úmido, o colágeno é transformado em gelatina enquanto a elastina não sofre alterações. Quando as proteínas estromais são aquecidas usando calor seco, elas se tornam duras e de difícil mastigação, comprometendo a textura do produto final (MATAK;TAHERGORABI; JACZYNSKI, 2015).

O colágeno possui conformação molecular considerada simples, além de ser insolúvel em água, devido a sua alta concentração de aminoácidos hidrofóbicos, presentes no interior e na superfície do mesmo. As fibras elásticas são de natureza elástica e constituídas de uma proteína fina e resistente, a elastina. Possui coloração amarelada e contribuição para a dureza da carne (PARDI et al. 2007). Segundo Sims e Bailey, apud Lawrie (1985), devido a sua riqueza em aminoácidos não polares (atingindo quase 95%) e às ligações da desmosina, a elastina é extremamente insolúvel, não sendo por este motivo, utilizada na fabricação da gelatina. Ela é muito resistente às enzimas digestivas, o que deprecia seu valor nutritivo.

### **2.6 Propriedades funcionais das proteínas**

São encontradas diversas definições para o termo 'propriedades funcionais' das proteínas. Geralmente, essa expressão refere-se às propriedades físico-químicas das proteínas, determinadas pelas características moleculares e do

meio (pH, força iônica etc.), que influenciam as funções tecnológicas que as mesmas podem desempenhar em produtos alimentícios. Dentre essas propriedades, as mais comumente estudadas e exploradas são as interfaciais (emulsificantes e espumantes) e as reológicas (gelificantes e espessantes).

De acordo com Fennema (2010), o termo ‘funcionalidade’ é definido como qualquer propriedade das proteínas, distinta das nutritivas que condiciona sua utilidade, refere-se às propriedades físico-químicas que influenciam no desempenho das proteínas nos sistemas alimentares durante o processamento, armazenagem, preparo e consumo. A maioria das propriedades funcionais afetam as características sensoriais dos alimentos (especialmente a textura) e têm papel importante no comportamento físico desses alimentos, ou de seus ingredientes durante o preparo. As propriedades funcionais das proteínas são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 Propriedades funcionais de proteínas em alimentos e aplicações.

<b>Função</b>	<b>Mecanismo</b>	<b>Alimento</b>	<b>Fonte protéica</b>
Solubilidade	Hidrofobicidade	Bebidas	Albuminas do soro
Viscosidade	Ligação com água, tamanho e forma hidrodinâmicos	Sopas, molho para salada, sobremesas	Gelatina
Ligação com água	Pontes de hidrogênio, hidratação iônica	Salsicha, bife de hamburguer, bolos, pães	Proteínas da carne, proteína de ovo
Gelatinização	Retenção e imobilização de água	Carnes, géis, bolos, panificação, queijos	Proteínas da carne, proteína de ovo, proteínas de leite.
Elasticidade	Ligações hidrofóbicas, ligações dissulfeto	Carnes, pães	Proteínas da carne
Emulsificação	Adsorção nas interfaces, formação de filme	Salsichas, almondegas, sopas, bolos, molhos	Proteínas da carne, proteína de ovo, proteínas de leite
Formação de espuma	Adsorção nas interfaces, formação de filme	Sorvetes, bolos, sobremesas	Proteína de ovo, proteínas de leite

Fonte: Fennema (2010)

Segundo Chou e Morr (1979), a funcionalidade de um ingrediente está relacionada às suas características físico-químicas mais relevantes, que exercem grande influência nos processos de elaboração, estocagem, qualidade e aceitação de um alimento.

Tradicionalmente, entre os ingredientes proteicos mais utilizados na indústria de alimentos, pode-se destacar as proteínas do leite, glúten e gelatina. Entretanto, com o desenvolvimento de novos produtos, a indústria de alimentos necessitou utilizar ingredientes proteicos com características específicas, competindo com os tradicionais já existentes, a fim de fornecer as características desejáveis ao produto final (KINSELLA; WHITEHEAD, 1989).

De acordo com Selmane, Christophe e Gholamreza (2008), a análise das propriedades funcionais dos purificados e extratos de proteínas baseados em CMS e pulmões de carne suína e bovina, confirmou que algumas frações proteicas tiveram propriedades funcionais que não foram totalmente alteradas pela extração, purificação e concentração. Alguns deles exibiram propriedades funcionais mais relevantes que os ingredientes comerciais. Por exemplo: concentrados de proteínas de pulmão suíno e CMS apresentaram alta resistência de gel antes da extração com solvente, maior que aquela encontrada nas proteínas de plasma de carnes brancas e ovos; extratos de pulmão de carne suína apresentaram uma temperatura de geleificação baixa (cerca de 45 °C), o que pode ser útil na fabricação de produtos cárneos. Da mesma forma, extratos de pulmões suínos e bovinos apresentaram boa capacidade emulsificante, assim como caseinato de sódio. Estes resultados demonstraram que ingredientes de proteínas baseados em CMS e pulmões suínos e bovinos, podem ser usados em produtos à base de carne e substituir ingredientes como leite ou soja. Todos esses resultados demonstraram que a utilização de proteínas de subprodutos como ingredientes funcionais em escala industrial, parece ser uma oportunidade interessante para elevar o valor de

subprodutos de animais de açougue. Entretanto, uma análise técnico-econômica acoplada a testes em escala piloto ainda se torna necessária, a fim de encontrar a ligação entre o valor agregado resultante das propriedades funcionais da proteína, os custos operacionais e os requisitos para rendimento de recuperação e purificação.

### **2.6.1 Capacidade de retenção de água**

A capacidade de retenção de água representa a quantidade máxima de água retida pelas proteínas musculares sob condições estabelecidas. Cerca de 88 a 95% da água no músculo é mantida intracelularmente no espaço entre a actina e a miosina (OFFER; KNIGHT, 1988). Além disso, a capacidade de retenção de água de uma proteína está relacionada, em parte, à sua composição em aminoácidos, pois quanto maior o número de resíduos polares (hidrofílicos) maior será a capacidade de hidratação. A densidade de cargas elétricas presentes na molécula de proteína em solução aquosa depende do pH, pois se o valor do pH estiver próximo ao ponto isoelétrico haverá interação mais favorável entre as moléculas proteicas, reduzindo sua interação com a água, o que diminui sua capacidade de reter a água. Outros fatores estão relacionados com a capacidade de retenção de água, como força iônica, conformação proteica e temperatura.

O aumento do teor de água dos músculos ocasiona um aumento na textura, suculência, firmeza e aparência, além de melhorar a qualidade e o valor econômico da carne (OFFER; KNIGHT, 1988). Além disso, a capacidade das proteínas de ligar-se a água é importante em alimentos viscosos, a fim de proporcionar espessamento e corpo a esses produtos (SAETAE; SUNTORNSUNK, 2011).



Considerando que a capacidade de retenção de água em produtos cárneos com baixo teor de gordura é perdida após o cozimento, vários estudos têm relatado tentativas para restaurar a suculência, sabores e sensação na boca, que são perdidos quando a gordura é removida. Estes utilizam vários ingredientes funcionais em conjunto com adição de água. Entre esses, podem ser citados como exemplo, o amido, as fibras dietéticas, as proteínas de soja, de leite e de ovo (SOFOS; NODA; ALLEN, 1977; TROUT et al., 1992; KEETON, 1996; CHANG, 1997).

### **2.6.2 Propriedades emulsificantes**

Agente emulsificante é definido como sendo qualquer substância capaz de atuar numa mistura estável que, anteriormente, não se misturava (imiscível). Entre estes se encontram as proteínas onde funcionam como emulsificantes iônicos e naturais atuando na interface da relação água/óleo (ARAÚJO, 2006).

Dentre as proteínas da carne, a miosina é considerada a proteína mais importante envolvida no encapsulamento de glóbulos de gordura. Entre as propriedades físico-químicas que a tornam um bom agente emulsificante, inclui-se a existência de uma região hidrofóbica que se orienta em direção à matriz protéica da fase contínua e sua flexibilidade molecular que permite uma migração à interface, reduzindo tensões superficiais (SMITH; ALVAREZ; MORGAN, 1988). A estabilidade da emulsão ocorre, principalmente, devido à repulsão eletrostática entre as moléculas de miosina negativamente carregadas. Nakai, Li-Chan e Haykawa (1986) encontraram uma boa correlação entre as propriedades de emulsificação de proteínas miofibrilares e hidrofobicidade superficial, conteúdos de grupos sulfidrilas e solubilidade.

Conforme relatam Chaud e Sgarbieri (2006), a capacidade de uma proteína de formar e estabilizar emulsões é fator crítico para produção de carnes moídas, massas para bolos, cremes para café, maioneses, molhos para saladas e sobremesas congeladas, dentre outros.

### **2.6.3 Propriedades geleificantes**

Geleificação é definida por Asghar, Samejima e Yasui (1985) como associação ou ligação cruzada de cadeias de polímeros dispersos randomicamente em solução para formar uma rede contínua tridimensional, a qual imobiliza líquidos nas estruturas intersticiais e resistem ao fluxo e pressão. O mecanismo de formação de gel pode diferir entre proteínas devido principalmente ao tipo de interação molecular que é responsável pela estabilização do gel. Estas interações podem consistir de múltiplas ligações peptídicas, dissulfídicas e eletrostáticas. A flexibilidade das moléculas dos polímeros protéicos e extensão das ligações cruzadas determinam a elasticidade do gel (CATSIMPOOLAS; MAYER, 1970).

A geleificação, propriedade funcional importante de algumas proteínas, é o processo que ocorre com o aumento da temperatura onde são formadas 'redes' por meio de pontes de hidrogênio, interações eletrostáticas e hidrofóbicas, formando materiais visco-elásticos. Essa formação de gel é importante em produtos cárneos emulsionados, pois as proteínas exercem uma força de coesão para ligar partículas à base de carne e para estabilizar as gotículas de gordura na matriz do gel (XIONG, 1993).

A geleificação proteica termo-induzida é uma das propriedades funcionais mais estudadas na ciência dos alimentos, pois permite compreender as interações proteicas nos alimentos que ocorrem durante o seu processamento, além de se

fazer uma simulação com etapas de preparo desse alimento na indústria (MOTOKI; KUMAZAWA, 2000).

## **2.7 Ingredientes proteicos utilizados em produtos cárneos**

### **2.7.1 Proteínas do soro do leite**

Os CPS podem variar sua composição de proteínas de 35% a 80%, e os isolados proteicos de soro (IPS) devem apresentar valor superior a 90% de proteínas. Quando CPS contém em torno de 53% de proteína terão em média 35% lactose, 5% de gordura e 7% de cinzas. quando a concentração de proteínas aumenta para 80%, o conteúdo de lactose decresce ficando em média 7%, gordura e cinzas entre 4 e 7% diminuindo gradativamente a medida que aumentam as lavagens com água (HUFFMAN, 1996).

As proteínas do soro são solúveis em ampla faixa de pH, apresentam estrutura globular e contêm pontes dissulfeto, que conferem um determinado grau de estabilidade estrutural (AIMUTIS, 2004). As duas principais frações proteicas do soro são  $\beta$ -lactoglobulina ( $\beta$ -Lg) e  $\alpha$ -lactoalbumina ( $\alpha$ -La) que estão presentes em maior concentração e constituem, aproximadamente, 70% das proteínas totais do soro. Além dessas, são encontradas a albumina do soro bovino (BSA), imunoglobulina (Ig), glicomacropéptido (GMP) e subfrações, que se apresentam em pequenas concentrações no leite, como lactoferrina, lisozima, lactoperoxidase, dentre outras (HARAGUCHI; ABREU; PAULA 2006; METSÄMUURONEN; NYSTRÖM, 2009)

As proteínas do soro constituem uma ferramenta funcional extremamente poderosa como ingrediente para uso em uma ampla gama de formulação na indústria de alimentos. A excelente relação custo-benefício e a melhora na

qualidade do produto final obtido mediante o uso de proteínas de soro, são os principais motivos para seu uso. O valor nutritivo dos produtos de soro é outro fator importante que explica por que um número crescente de fabricantes de alimentos incorporam proteínas de soro em suas fórmulas (APA, 2017).

Os concentrados ou isolados proteicos de soro são valiosos como ingredientes alimentares pela alta solubilidade em ampla faixa de pH. Essa propriedade permite sua aplicação, por exemplo, em bebidas para esportistas, com possibilidade de fornecimento de proteínas em quantidades similares às contidas em uma refeição diária. A capacidade de produtos de proteínas do soro de absorver água e as características de gelificação, permite sua aplicação como ingredientes em produtos assados e em carne processada. Como emulsificante, os concentrados proteicos de soro encontram ampla aplicação na formulação de molhos para saladas, cremes artificiais de café, bebidas nutricionais e sopas (USDEC, 2014).

Vários fatores influenciam na composição e nas características tecnofuncionais dos produtos obtidos a partir das proteínas do soro, dentre eles, a fonte do leite, o método de produção, o tipo de queijo e o processamento (REZAEI; ASHTIANI; FOULADITAJAR, 2011).

Segundo APA (2017), a classificação das proteínas do soro de leite é determinada pela concentração em sua composição e processamento utilizado na sua obtenção:

- a) WPC - Whey Protein Concentrate ou Concentrado Protéico de Soro de Leite. porcentagem de proteína pode variar desde 34% até 80%. À medida que o teor de lactose diminui, o teor de proteína aumenta proporcionalmente. A obtenção ocorre pelo processo de ultrafiltração e concentração do soro de leite, seguida pela desidratação em Spray Dryer.

- b) WPI - Whey Protein Isolate ou Isolado Proteico de Soro de Leite. Esta é a forma pura de proteínas de soro que contém entre 90 a 95% de pura proteína de soro de leite. Também obtida pelo processo de ultrafiltração e diafiltração, concentração e desidratação em Spray Dryer.
- c) WPH - Hidrolized Whey Protein ou Hidrolizado Proteico de Soro. As longas cadeias de proteínas deste produto foram quebradas em cadeias menores, em peptídeos. Isso faz com que as proteínas de soro sejam mais facilmente absorvidas pelo corpo reduzindo o potencial de reações alérgicas. Obtido através do processo de ultrafiltração, hidrólise proteica concentração e desidratação em Spray Dryer.

### **2.7.2 Proteína isolada de soja**

Na industrialização de carnes, as proteínas vegetais ganharam espaço pelas suas características de incrementar rendimento, succulência e maciez nos produtos, além de reduzir os custos de produção. A soja e seus derivados têm recebido grande importância dos pesquisadores, principalmente devido à quantidade e qualidade de sua proteína, sendo considerada, dentre os vegetais, o melhor substituto de produtos de origem animal (ASSIS et al., 2010).

Segundo Regulamento técnico para produtos proteicos de origem vegetal (BRASIL, 2005), produtos proteicos de origem vegetal são os alimentos obtidos a partir de partes proteicas de espécie (s) vegetal (s), podendo ser apresentados em grânulo, pó, líquido, ou outras formas, com exceção daquelas não convencionais para alimentos. Podem ser adicionados de outros ingredientes, desde que não descaracterizem o produto. Para proteínas isolada de soja, o produto deve conter em sua composição o mínimo de 88,00% (g/100g).

A qualidade das proteínas é medida pelo seu valor biológico, o qual é determinado por índices como o Coeficiente da Eficiência Proteica (PER), que é calculado através da relação ganho de peso / quantidade de proteína consumida. A qualidade das proteínas de soja corresponde a 80% do valor biológico das proteínas do leite de vaca, quando se considera que o PER da caseína é 2,5 e o PER da soja cozida é 2,0. A qualidade das proteínas é determinada em função da sua composição quantitativa de aminoácidos essenciais. As proteínas da soja apresentam um bom balanceamento desses aminoácidos, quando comparadas às de outros vegetais. Entretanto, como é comum às leguminosas, as proteínas da soja apresentam um teor reduzido dos aminoácidos sulfurados, metionina e cistina, e um teor elevado do aminoácido lisina (Tabela 2) (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 1998).

Tabela 2 - Composição dos aminoácidos essenciais (g/16gN) presentes nos grãos de soja, na farinha de soja, no concentrado de soja, no isolado proteico de soja, na proteína vegetal texturizada (PVT) de soja e o requerimento padrão da FAO.

Aminoácidos	Padrão FAO	SOJA				
		Grão	Farinha	Concentrado proteico	Isolado proteico	PV T*
Cisteína	4,2	1,3	1,6	1,6	1,3	1,5
Isoleucina	4,2	4,5	4,7	4,8	4,9	4,7
Leucina	4,8	7,8	7,9	7,8	7,8	7,8
Lisina	4,2	6,4	6,3	6,3	6,4	6,1
Fenilalanina	2,2	1,3	1,4	1,4	1,3	1,2
Treonina	2,8	4,9	5,3	5,2	5,3	5
Triptofano	2,8	3,9	3,9	4,2	3,6	4,2
Tirosina	1,4	1,3	1,3	1,5	1,4	1,1
Valina	2,8	3,1	3,8	3,9	4,3	3,3
	4,2	4,8	5,1	4,9	4,7	4,8

Fonte: Weingartner (1987).

O isolado é a forma mais concentrada entre os derivados proteicos, contém mais de 90% de proteína, e é preparado a partir do processo de extração aquosa da farinha em pH alcalino, sendo removidas as fibras (frações não-proteicas insolúveis) e após precipitação no ponto isoelétrico das proteínas, os açúcares (solúveis em água). O precipitado é lavado com água e seco por atomização, resultando no isolado isoelétrico, ou pode ser ainda neutralizado com hidróxido de sódio ou potássio antes da secagem, formando o proteinato de sódio ou potássio. Os proteinatos apresentam a vantagem de uma maior dispersibilidade em água que os isolados isoelétricos, que são insolúveis em água (WOLF, 1970).

O Isolado Proteico de Soja (IPS) é utilizado como ingrediente em produtos alimentícios, devido às suas propriedades nutricionais e funcionais fisiológicas, além de possuir capacidade de hidratação, solubilização, estabilidade

coloidal, geleificação, e também age como emulsificante (propriedades funcionais tecnológicas) (LUI et al., 2008).

Pelas suas propriedades funcionais, o isolado proteico de soja é muito utilizado no processamento de suplementos alimentares (misturas em pó), bebidas prontas para consumo, panificação, produtos cárneos, tais como salsichas, linguiças, mortadelas, almôndegas, quibes e hambúrgueres; e também são os mais adequados para adição acima de 4% em produtos cárneos, já que adição de farinha e concentrados proteicos gera problemas relacionados com a textura e com o aroma dos produtos (KINSELLA, 1979).



### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Matéria-prima**

Subprodutos suínos (rim, coração e fígado) frescos e em estado de conservação adequado para consumo, foram adquiridos em uma casa de carnes localizada em Lavras-MG para obtenção de seus concentrados proteicos. Como controle foram utilizados: concentrado proteico de soro de leite (WPC), da marca Gemachom Tech (teor proteico 54,82%; teor de água 10,41%, teor de gordura 3,47%; teor de cinzas 5,18%; teor de carboidratos 26,13%) e isolado proteico de soja comercial da marca New Nutrition (teor proteico 84,88%; teor de água 9,47%; teor de gordura 3,54%; teor de cinzas 3,09%; teor de carboidratos 0%).

A composição centesimal (teores de água, de proteína bruta, de gordura e de minerais) dos subprodutos, foi determinada de acordo com as metodologias proposta pela AOAC (1997).

#### **3.2 Obtenção dos concentrados proteicos a partir dos subprodutos suínos**

Para obtenção dos concentrados proteicos de fígado, rim e coração suíno foram determinadas as faixas ótimas de pH para solubilidade máxima das proteínas de cada subproduto. Definido os valores de pH ótimo de solubilização, foi realizada a extração das proteínas e posterior centrifugação em que se obteve extratos contendo a fração sobrenadante e a fração pellet de cada subproduto suíno. Os extratos proteicos foram submetidos à liofilização e moagem para obtenção dos concentrados proteicos em pó. Os concentrados foram caracterizados segundo suas propriedades físico-químicas e tecnológicas, como capacidade de retenção de água, capacidade emulsificante, capacidade de formar

gel e textura, para identificação do seu potencial de uso na nutrição humana e na melhoria de propriedades tecnológicas de formulações alimentares.

Observa-se na Figura 1 as etapas para obtenção dos concentrados proteicos.

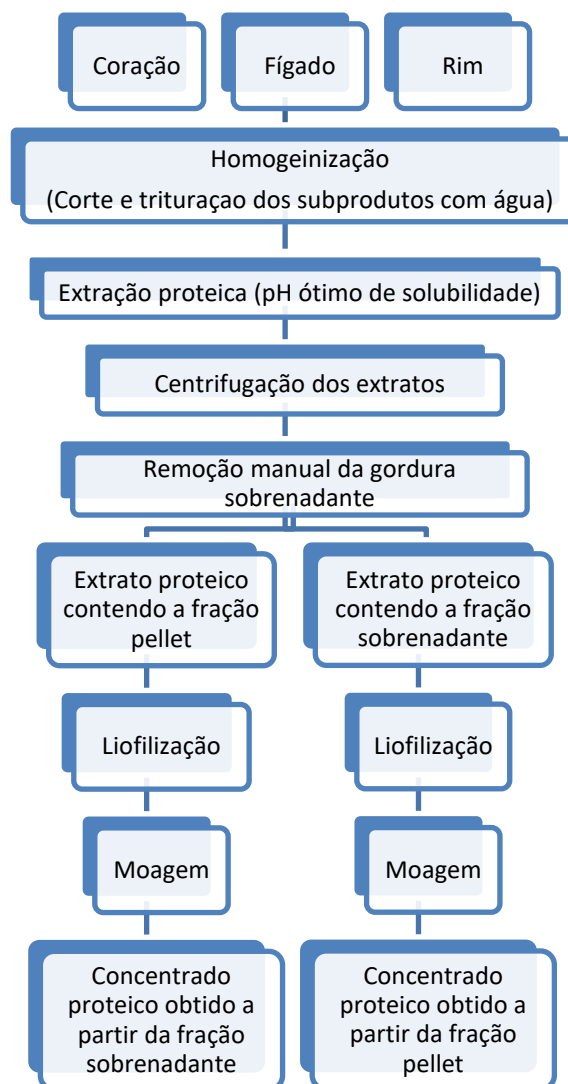


Figura 1 - Etapas do processo de obtenção dos concentrados proteicos de coração, rim e fígado suíno.

### **3.2.1 Determinação do pH ótimo de solubilização das proteínas**

A determinação do pH ótimo de solubilização das proteínas dos subprodutos foi realizada segundo metodologia de Hrynets (2011), com modificações. Curvas de solubilidade foram construídas, a fim de avaliar o efeito de diferentes pH na solubilidade das proteínas. Seis gramas de cada subproduto em pedaços (coração, rim e fígado), cortados com auxílio de facas e tábuas, foram homogeneizadas com 300 mL de água deionizada durante 2 minutos aproximadamente, em homogeneizador turrax. Então, 30 mL de cada homogenato foi regulado entre pH 1,5 e 12,0 em intervalos de 0,5, usando soluções 0,2M e 1M HCl ou NaOH, com auxílio de um pHmetro (Denver Instrumente, Ultra Basic, UP-10, Colorado, USA). Em seguida, cada homogenato foi centrifugado por 15 minutos a 5000 g em centrífuga (modelo Mettich, modelo Zentrifuger EBA21).

A concentração de proteínas do sobrenadante foi determinada segundo o método colorimétrico de Biureto, utilizando albumina sérica bovina (BSA, Sigma ChemicalCo.) como padrão. Uma alíquota de 1 mL de cada homogenato e 4mL de reagente Biureto foram adicionados em tubo de ensaio, em seguida foi realizada a leitura no espectrofotômetro a 540nm. Para condução do trabalho, foi selecionado o pH em que se obteve a maior solubilidade proteica.

### **3.2.2 Obtenção dos extratos proteicos**

Os extratos proteicos foram preparados segundo metodologia de Hrynets (2011) com modificações. Foram pesados 200 g de cada subproduto em pedaços (fígado, coração e rim) e homogeneizados com água destilada durante 15 minutos, na proporção de 1:5 (carne: água) em liquidificador industrial. O pH de cada homogenato foi ajustado para o valor de pH ótimo de solubilização, utilizando

soluções de 0,2 M e 1M HCl ou NaOH com um pHmetro (Denver Instrumente, Ultra Basic, UP-10, Colorado, USA). Em seguida, os extratos proteicos foram centrifugados em centrífuga (modelo Heraeus™ Megafuge™ 16 Centrifuge Series, Thermo Fisher Scientific, USA) à velocidade de rotação de 19.000g, à temperatura de 4° Celsius por 20 minutos. A gordura sobrenadante foi removida de forma mecânica com auxílio de uma espátula. Dois extratos protéicos de cada subproduto suíno foram obtidos, um contendo a fração sobrenadantes e o outro a fração pellet, totalizando 6 extratos.

Os extratos proteicos foram previamente congelados à temperatura de -20 °C e submetidos a um processo de liofilização em liofilizador de bancada (marca Labconco e volume de 4,5L, USA).

Posteriormente, os concentrados secos foram submetidos ao processo de moagem em moinho de bolas, para redução das partículas e homogeneização. Desse modo, seis concentrados proteicos foram obtidos: concentrado sobrenadante de coração (CSC), concentrado pellet de coração (CPC), concentrado sobrenadante de fígado (CSF), concentrado pellet de fígado (CPF), concentrado sobrenadantes de rim (CSR), concentrado pellet de rim (CPR).

### **3.3 Caracterização dos concentrados proteicos**

Os concentrados proteicos obtidos a partir dos subprodutos suínos foram avaliados segundo suas propriedades físico-químicas e tecnológicas.

#### **3.3.1 Composição centesimal**

Os teores de água, proteína bruta, gordura e minerais foram determinados de acordo com metodologia AOAC (1997).

### **3.3.2 Teor de proteínas solúveis em solução aquosa e solúveis em solução salina**

A extração de proteínas solúveis em água foi realizada de acordo com Nollet e Toldrá (2011), com modificações. Pesou-se aproximadamente 0,2 g de cada concentrado proteico suíno em tubos de centrífuga de 50 mL e adicionou-lhes 10 mL de solução tampão fosfato 0,05 M pH 7,4. Os tubos foram submetidos a centrifugação (centrífuga Mettich, modelo Zentrifuger EBA21), à velocidade de 5.000 g por 15 minutos. Uma alíquota de 1mL do sobrenadante de cada concentrado proteico foi coletada para leitura em espectrofotômetro para determinação de proteínas sarcoplasmáticas, segundo metodologia de Biureto, (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2013).

A determinação de proteínas solúveis em solução salina foi realizada de acordo com Pollonio (1988), com modificações. Adicionou-se ao precipitado proveniente da centrifugação anterior, 10 mL de tampão fosfato 0,05M com NaCl 1,1M e realizou-se a homogeneização da solução durante 15 minutos em agitador tipo vortex. Os tubos foram submetidos a centrifugação por 15 minutos a velocidade de 5.000g em centrífuga (Mettich, modelo Zentrifuger EBA21, USA). Uma alíquota de 1mL do sobrenadante foi coletada para leitura em espectrofotômetro para determinação do teor de proteínas solúveis em solução salina pela metodologia de Biureto (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2013).

### **3.3.3 Capacidade de retenção de água**

A capacidade de retenção de água (CRA) foi avaliada, segundo metodologia descrita por Wang et al. (2006), com modificações. Uma alíquota de

1g (massa pesada inicialmente – m1) de cada concentrado de subproduto suíno, isolado proteico de soja e concentrado proteico de soro de leite, e 25mL de tampão fosfato (0,1 mol/ L, pH 6,5) foram adicionados em tubos de centrífuga (50mL) previamente tarados. Os tubos foram agitados (em vórtex) por 5 minutos e posteriormente centrifugados a 2300 g por 10 minutos em centrífuga (centrifuga Mettich, modelo Zentrifuger EBA21, USA). Em seguida, a água foi removida cuidadosamente dos tubos e o precipitado foi pesado (proteína hidratada – m2). Por diferença de massa, a quantidade de água retida pela proteína foi determinada de acordo com a Equação 1.

$$\text{CRA (\%)} = m2/m1 \times 100 \quad (1)$$

em que m1 = massa inicialmente pesada

m2 – massa de proteína hidratada

### 3.3.4 Cor objetiva dos concentrados proteicos

Para as medidas de cor objetiva, utilizou-se espectrofotômetro portátil (modelo CM-700d, Konica Minolta, USA). Ajustou-se o sistema CIELAB, iluminante D65, ângulo de 10° para o observador e luz especular excluída (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2013). Os concentrados proteicos, o isolado proteico de soja e o concentrado proteico de soro de leite foram dispostos em placas de petri de vidro e a análise foi realizada em seis diferentes pontos da superfície dos concentrados, obtendo-se valores médios de luminosidade ( $L^*$ ), índice de vermelho ( $a^*$ ) e índice de amarelo ( $b^*$ ), para cada amostra. Também foram calculados os valores para o índice de saturação ( $C^*$ ) e ângulo de tonalidade ( $h^*$ ), a partir das Equações 2 e 3.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$

$$h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*) \quad (3)$$

### 3.4 Propriedades tecnológicas dos concentrados proteicos aplicados em um sistema de emulsão

#### 3.4.1 Avaliação da estabilidade da emulsão crua

Para a avaliação da estabilidade da emulsão crua, foram preparados seis diferentes tipos de emulsões cruas a partir da adição de 2% dos concentrados proteicos de coração, fígado e rim suíno, além de emulsão contendo 2% de isolado proteico de soja e concentrado proteico de soro de leite, a partir da mistura dos ingredientes mistura dos ingredientes da Tabela 2.

Tabela 2 - Composição centesimal dos ingredientes utilizados no preparo da emulsão crua

Ingredientes (%)							
Carne	CMS	Água	Conc. Proteico	Sal	Tripolifosfato	Nitrito	Eritorbato
13	62	20,38	2	2	0,5	0,02	0,1

CMS=carne mecanicamente separada

A estabilidade da emulsão foi avaliada segundo metodologia de Hughes, Cofrades e Troy (1997), com pequenas modificações. Cerca de 25g da emulsão crua (Pa) foram adicionados em tubos de centrífuga de polietileno e centrifugados (centrifuga Mettich, modelo Zentrifuger EBA21, USA), por 1 minuto, a 3.000g. Após a centrifugação, os tubos foram aquecidos em banho-maria, a 70°C, por 30 minutos, resfriados em água corrente até temperatura ambiente e novamente centrifugados por 3 minutos a 3.000g. Então eles foram



vertidos e mantidos por 30 minutos em cadinhos de porcelana previamente pesados ( $PC_i$ ) para recolher todo o sobrenadante liberado. Em seguida, os cadinhos com o exsudado ( $PC_{exs}$ ) foram pesados e secos em estufa a  $105^\circ\text{C}$  por 12 horas, posteriormente foram resfriados em dessecador e pesados novamente ( $PC_f$ ).

A estabilidade da emulsão foi calculada como o total de fluido exsudado (TEF) e o percentual de gordura e sólidos solúveis no exsudado (GETEF) em relação a massa de amostra pelas equações 4 e 5 respectivamente:

$$\text{TEF (\%)} = 100. (PC_{exs} - PC_i) / (P_a) \quad (4)$$

em que:

$P_a$ = peso da amostra

$PC_i$ = peso inicial do cadinho de porcelana sem amostra

$PC_{exs}$ = peso do cadinho com exsudado

$$\text{GETEF} = 100. (PC_f - PC_i) / (PC_{exs} - PC_i) \quad (5)$$

em que:

$PC_f$ = peso final do cadinho após secagem em estufa

$PC_i$ = peso inicial do cadinho de porcelana sem amostra

$PC_{exs}$  = peso do cadinho com exsudado

### 3.4.2 Cor objetiva da emulsão cozida

A análise de cor objetiva foi realizada no sistema de emulsão crua, previamente cozido no item anterior, conforme descrito anteriormente para os

concentrados proteicos em pó. No entanto, a leitura da cor foi realizada em seis diferentes pontos da superfície dos sistemas de emulsão exposta após corte transversal (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2013).

### **3.4.3 Análise do perfil de textura dos géis (TPA)**

A análise do perfil de textura foi realizada segundo procedimento descrito por Gomide, Ramos e Fontes (2013) para produtos curados, em texturômetro TA.XT-plus TextureAnalyser (Stable Micro System), com o software Texture Expert.

As amostras foram cortadas em cilindros de 2,0 cm de altura e foram comprimidas até duas vezes até 50% do de seu tamanho, com um prato de compressão de 7,5 cm de diâmetro. Não houve tempo de repouso da amostra entre os dois ciclos de compressão e a velocidade de compressão utilizada para gerar a curva de deformação foi de  $180 \text{ mm.min}^{-1}$  ( $3 \text{ mm. s}^{-1}$ ). A partir da curva de deformação, foram obtidos os parâmetros de textura: fraturabilidade (N), dureza (N), coesividade, adesividade (N.mm), flexibilidade (mm), mastigabilidade (N.mm) e flexibilidade (denominado flexibilidade B), que consiste da razão entre a distância para detecção do pico de deformação na segunda mordida, pela distância na primeira mordida, este parâmetro visa eliminar a necessidade de se ter amostras idênticas em tamanho e forma.

## **3.5 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas**

O experimento foi realizado em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com um fator (concentrado proteico) contendo

seis níveis (CSC, CPC, CSR, CPR, CSF, CPF) e dois controles (CPS e IPS). O experimento foi realizado com 3 repetições. A análise estatística foi realizada no software SISVAR com nível de significância de 5%. O efeito do tratamento sobre as variáveis respostas (ou características tecnológicas) foi determinado por análise de variância e, quando necessário, teste de Tukey.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Composição centesimal dos subprodutos suínos

Observa-se na Tabela 3 a composição centesimal dos subprodutos suínos. O teor de água do rim foi maior ( $P<0,05$ ) que aquele do coração, o qual foi maior ( $P<0,05$ ) que o teor de água do fígado. Por outro lado, o rim apresentou menor ( $P<0,05$ ) teor de proteína que o coração, o qual foi menor ( $P<0,05$ ) que aquele do fígado. Ockerman (1988) encontrou valores semelhantes para o teor proteico do rim variando entre 16,3% a 25,4%; fígado variando entre 20,6% a 21,6% e coração variando entre 16,8 % a 22,5 %. O teor de gordura encontrado no rim foi menor ( $P<0,05$ ) foi menor que o encontrado no fígado, porém, foi maior ( $P<0,05$ ) que aquele encontrado no coração. Esses valores foram semelhantes aos encontrados por Ockerman (1998), que variaram entre 2,7% a 4,4% para coração suíno, 2,7% a 3,6 para rim suíno e 3,7% a 6,8% para fígado suíno, sendo que o menor teor de gordura foi encontrado no coração suíno. Para o teor de cinzas, o coração suíno apresentou maior valor ( $P<0,05$ ) que o fígado e rim.

Tabela 3 - Composição centesimal (%) dos subprodutos suínos (média  $\pm$  desvio-padrão).

Subproduto <sup>1</sup>	Umidade	Proteínas	Cinzas	Gordura
Rim	81,08 $\pm$ 0,38a	16,23 $\pm$ 0,57c	0,75 $\pm$ 0,06c	3,27 $\pm$ 0,26b
Fígado	73,90 $\pm$ 0,24c	22,57 $\pm$ 1,09a	0,88 $\pm$ 0,10b	3,81 $\pm$ 0,33a
Coração	75,72 $\pm$ 1,96b	20,76 $\pm$ 1,28b	1,22 $\pm$ 0,12a	2,57 $\pm$ 0,41c

<sup>1</sup> Médias seguidas por diferentes letras (a-c) na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

### 4.2 Solubilidade proteica dos subprodutos

As curvas de solubilidade proteica para os subprodutos fígado, coração e rim, com pH variando de 1,5 a 12,0 são observadas na Figura 1. Todas as curvas tiveram comportamento semelhante. A menor solubilidade (maior precipitação), foi observada no fígado em pH 5,0, no coração com pH entre 4,5 e 6,0 e no rim em pH de 4,5 a 5,5; o que está de acordo com o ponto isoelétrico de 5,5 da maioria das proteínas miofibrilares descritas por Chen e Jaczynski (2007). No ponto isoelétrico, as interações proteína-água são mínimas, enquanto que agregados de interações hidrofóbicas fracas proteína-proteína estão presentes, causando a precipitação de proteínas.

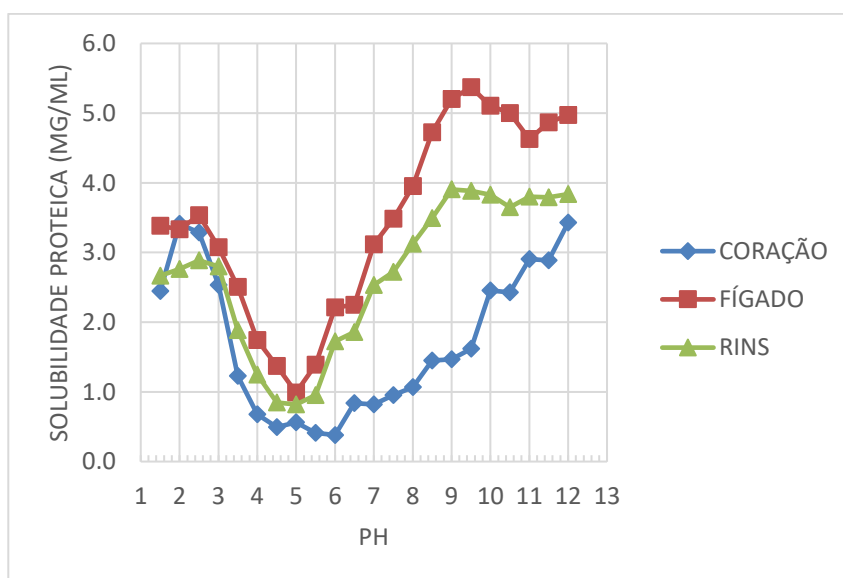


Figura 1 - Curvas de solubilidade proteica (mg/mL) de fígado, coração e rim para valores de pH de 1,5 a 12,0.

Um aumento da solubilidade pode ser observado durante a acidificação e alcalinização dos meios de extração. Maiores valores de solubilidade proteica foram observados em pH 2,5 a 2,5 (ácido) para todos os subprodutos e em pH alcalino 9,0 a 9,5 para rim e fígado e 12,00 para coração. Para fígado e rim, a extração alcalina proporcionou maior solubilidade proteica que em pH ótimo ácido. No entanto, não há diferença na solubilidade do coração observada entre os valores de pH ácido e alcalino. Além disso, a maior solubilidade geral foi observada no fígado em pH ótimo alcalino, enquanto a menor solubilidade geral foi observada no rim com pH ótimo ácido.

Esses resultados encontrados estão de acordo com Hrynets et al. (2011), que observaram maiores valores de solubilidade proteica em pH ácido 2,5 e em pH alcalino 11,5 em carne mecanicamente separada de peru. Ke e Hultin (2005) e Hrynets et al. (2010) também encontraram resultado semelhante, com solubilidade máxima de proteínas de coxa de frango e do músculo do peito nos extremos ácido e alcalino do pH.

### **4.3 Composição centesimal dos concentrados proteicos**

A extração e obtenção dos concentrados proteicos de fígado, coração e rim foram realizadas com os valores de pH alcalino que proporcionaram maior solubilidade. A Tabela 4 demonstra a composição centesimal dos concentrados proteicos obtidos a partir das frações sobrenadantes e pellets de fígado, rim e coração.

Tabela 4 - Composição centesimal (%) dos concentrados proteicos (média  $\pm$  desvio padrão).

Concentrados proteicos <sup>1</sup>	Composição Centesimal			
	Umidade (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)
CPR	11,50 $\pm$ 0,42b	15,18 $\pm$ 0,62a	6,94 $\pm$ 0,15b	66,22 $\pm$ 0,84a
CSR	14,78 $\pm$ 1,00a	10,46 $\pm$ 2,50b	8,19 $\pm$ 0,56a	67,45 $\pm$ 0,45d
CPF	8,19 $\pm$ 0,29c	14,87 $\pm$ 0,31a	4,84 $\pm$ 0,17c	71,32 $\pm$ 1,36b
CSF	8,90 $\pm$ 0,27c	14,81 $\pm$ 1,33a	4,85 $\pm$ 0,73c	73,31 $\pm$ 0,70c
CPC	8,20 $\pm$ 0,66c	14,80 $\pm$ 0,88a	3,92 $\pm$ 0,66c	73,51 $\pm$ 0,40c
CSC	9,56 $\pm$ 0,29c	5,51 $\pm$ 0,35c	8,98 $\pm$ 0,10a	77,30 $\pm$ 0,20a

CPR = concentrado pellet de rim; CSR = concentrado sobrenadante de rim;

MCPC = concentrado pellet de coração; CSC = concentrado sobrenadante de coração

<sup>1</sup>Médias seguidas por diferentes letras (a-d) na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O concentrado pellet de fígado (8,19%), o concentrado sobrenadante de fígado (8,90%), o concentrado sobrenadante de coração (9,56%) e o concentrado pellet de coração (8,20%) apresentaram teor de água semelhante ( $P > 0,05$ ) entre si, porém, menores ( $P \leq 0,05$ ) que o concentrado pellet de rim (11,50%), o qual foi menor ( $P \leq 0,05$ ) que o teor de água do concentrado sobrenadante de rim (14,78%). Esses resultados foram semelhantes aos resultados encontrados nos subprodutos, sendo que o rim também apresentou o maior valor ( $P \leq 0,05$ ) teor de água que o fígado e o coração.

Os maiores ( $P \leq 0,05$ ) teores de gordura foram encontrados no concentrado pellet de rim (15,18%), concentrado pellet de coração (14,80%), concentrado sobrenadante de fígado (14,81%) e concentrado pellet fígado (14,87%). O teor de gordura do concentrado sobrenadante de rim foi menor ( $P \leq 0,05$ ) que os anteriores. O menor ( $P \leq 0,05$ ) teor de gordura foi encontrado no concentrado sobrenadante de

coração solúvel, assim como na composição centesimal das matérias primas, em que o coração também apresentou menor teor de gordura.

Em concentrados proteicos comerciais, os teores de gordura são pequenos, porém, variáveis em função dos processos utilizados para sua obtenção. Na obtenção de concentrado proteico de soro de leite, pode-se encontrar processos mais complexos de secagem, que variam de técnicas de evaporação em múltiplos estágios a técnicas por membranas ou *sparydryer* (SOUZA, 2013). No caso dos isolados proteicos, o produto é submetido a processos de refinamento a fim de remover a maioria dos componentes não proteicos para que o produto contenha quase a totalidade da fração proteica.

Liang e Hultin (2003) obtiveram em torno de 1% de teor de gordura em isolados proteicos de carne de peru, mecanicamente desossada por solubilização alcalina, seguida por precipitação isoelétrica. Esses resultados comprovaram o fato de que a solubilização alcalina, seguida por precipitação isoelétrica, remove seletivamente a maioria dos lipídeos, colágeno e cálcio das matérias primas. Logo, técnicas de precipitação isoelétrica poderiam ser utilizadas para a redução do teor de gordura dos concentrados proteicos. Menores teores de gordura são desejáveis para o uso desses concentrados como ingredientes alimentares.

Em relação ao teor de cinzas, houve diferença ( $P \leq 0,05$ ) entre os concentrados, sendo os menores teores encontrados no concentrado pellet de coração (3,92%), concentrado sobrenadante de fígado (4,85%) e concentrado pellet de fígado (4,84%). O teor de cinzas do concentrado pellet de rim foi maior ( $P \leq 0,05$ ) que os anteriores, porém, menor ( $P \leq 0,05$ ) que o concentrado sobrenadante de coração (8,98%) e o concentrado sobrenadante de rim (8,19%).

O teor de proteína do CPR e CSR foram menores ( $P \leq 0,05$ ) que aquele do concentrado CPF, o qual foi menor ( $P \leq 0,05$ ) que o teor de proteína do CSF e CPC. CSC apresentou ( $P \leq 0,05$ ) teor de proteína maior que todos os demais. Esses



valores garantem a denominação de concentrado aos produtos obtidos no presente trabalho, que podem variar em sua composição de 35% a 80%. Técnicas adicionais de refinamento poderiam ser incluídas ao processo de extração das proteínas, a fim de obter isolados proteicos que atendam ao mínimo de 88% de proteínas, segundo Regulamento técnico para produtos proteicos de origem vegetal (CARVALHO et al., 2009). Apesar de estar considerando esses valores como referência, pode-se encontrar na literatura, autores como Liang e Hultin (2003), que encontraram teores em isolados proteicos de carne de peru entre 62,2% e 63,9% a partir de solubilização proteica e precipitação isoelétrica, os quais são menores que valores encontrados nos concentrados de fígado, rim e coração.

Teores de 83,60% de proteína isolada em músculo de peito de frango, e de 68,6% de proteína isolada de perna e coxa de frango, por solubilização ácida, seguida de método por precipitação isoelétrica, foram relatados por Hultin e Kelleher (2000). Quantidades variáveis de tecido conjuntivo nas matérias primas podem ter contribuído para os diferentes teores de proteína relatados por esses autores. Em geral, o isolado de proteína recuperado por precipitação isoelétrica contém de 87 a 95% de proteína, 1 a 5% de lipídeo e 2 a 6% de cinzas (TASKAYA; CHEN; JACZYNSKI, 2009).

A partir de uma melhor compreensão das propriedades funcionais das proteínas musculares presentes nos alimentos, torna-se possível controlar seu comportamento e, conseqüentemente, maximizar os rendimentos de recuperação de proteína para uso em produtos alimentares humanos (MATAK; TAHERGORABI; JACZYNSKI, 2015).

#### 4.4 Teores de proteínas solúveis em água e em solução salina dos concentrados proteicos

Todos os teores das proteínas solúveis em água e em soluções salinas encontrados nos concentrados proteicos pellet e sobrenadante de coração, fígado e rim foram diferentes ( $p \leq 0,05$ ) entre si.

Tabela 5 - Teores de proteínas solúveis (mg/g) em água e em solução salina dos concentrados proteicos (Média  $\pm$  desvio padrão).

Concentrado Proteico <sup>1</sup>	Extratibilidade (mg/g)	
	Proteínas Solúveis em água	Proteínas Solúveis em solução salina
CPR	75,9 $\pm$ 6,13f	38,45 $\pm$ 6,20f
CSR	123,22 $\pm$ 9,72e	54,06 $\pm$ 1,77e
CPF	149,74 $\pm$ 2,74d	64,30 $\pm$ 13,80c
CSF	280,10 $\pm$ 21,56 <sup>a</sup>	179,43 $\pm$ 8,95a
CPC	192,87 $\pm$ 22,12b	56,36 $\pm$ 2,71d
CSC	180,28 $\pm$ 56,7c	158,79 $\pm$ 12,45b

CPR = concentrado pellet de rim; CSR = concentrado sobrenadante de rim; CPF = concentrado pellet de fígado; CSF = concentrado sobrenadante de fígado; CPC = concentrado pellet de coração; CSC = concentrado sobrenadante de coração

<sup>1</sup>Médias seguidas por diferentes letras (a-f) na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Os teores de proteínas solúveis em água, foram maiores que os teores de proteínas solúveis em solução salina, em todos os extratos obtidos.

Esses resultados podem ser fundamentados pelo tipo de extração conduzida para obtenção dos concentrados proteicos em que foi utilizada água. As proteínas sarcoplasmáticas são solúveis em água ou em soluções salinas diluídas e as proteínas miofibrilares são solúveis em soluções salinas concentradas (LAWRIE, 2005). Apesar das proteínas miofibrilares compreenderem

aproximadamente 50% das proteínas musculares totais e serem responsáveis pelas propriedades funcionais dos produtos a base de carne, incluindo emulsificação e geleificação térmica, essas proteínas foram encontradas em menor quantidade nos extratos obtidos, por serem consideradas proteínas insolúveis em soluções de baixa força iônica (<0,2M) exigindo altas concentrações de sal (>0,3 M) para solubilização (KRISHNAMURTHY et al. 1996).

Outra possível explicação para os menores teores de proteínas solúveis em solução salina nos concentrados proteicos seria o método de secagem utilizado: a liofilização, processo de remoção de água por sublimação. A água ou solução aquosa do produto é congelada, a no máximo, -10°C antes da sublimação, a uma pressão absoluta de aproximadamente 266,65 Pa (BOSS, 2004). O congelamento prévio dos concentrados proteicos, a temperatura de -20 °C pode causar a desnaturação proteica devido a cristalização do gelo, danificando células e membranas, desidratação de moléculas proteicas, aumento da concentração de soluto na fase não congelada, atividade enzimática e reação de proteínas com produtos de oxidação lipídica (SMITH, 1987). Chou e Lin (2010) também documentaram que o congelamento geralmente causa desnaturação de proteínas, resultando em sua insolubilidade.

Alterações nas propriedades funcionais de CMS de peru e em partes desossadas manualmente também foram observadas durante armazenamento de carne congelada em outros trabalhos realizados Dhillon e Maurer (1975), Orr e Wogar (1979), Jonhso, Cunningham e Bowers et al. (1974), e parecem estar relacionadas com a insolubilização das proteínas miofibrilares. A adição de crioprotetores como a trealose, geralmente funcionam para proteger proteínas da desnaturação e agregação durante congelamento e durante o armazenamento congelado (KORZENIOWSKA et al., 2013).

#### 4.5 Capacidade de retenção de água dos concentrados proteicos

A maior capacidade de retenção de água (CRA) ( $P \leq 0,05$ ) foi observada no concentrado sobrenadante de coração (332,20%), sendo esse valor maior ( $P \leq 0,05$ ) até que o obtido para o isolado proteico de soja (274,40%), o que pode ser explicado pelo alto valor proteico e qualidade biológica da proteína presente no coração. A capacidade de retenção de água do CPR, do CSR e do CPC foi semelhante àquela do IPS, enquanto a CRA do CSF e do CPF foi menor que aquela do IPS. Por outro lado, a menor ( $P \leq 0,05$ ) CRA foi encontrada no concentrado proteico de soro de leite (106,61%). Desse modo, a CRA de todos os concentrados proteicos estudados foi ( $P < 0,05$ ) maior que aquela do CPS.

Tabela 6 - Capacidade de retenção de água (%) dos concentrados proteicos (média  $\pm$  desvio padrão).

Concentrados proteicos <sup>1</sup>	CRA (capacidade de retenção de água)
CPR	233,29 $\pm$ 4,09cb
CSR	243,92 $\pm$ 9,74cb
CPF	229,70 $\pm$ 4,73dc
CSF	193,42 $\pm$ 7,52d
CPC	271,15 $\pm$ 7,24cb
CSC	332,2 $\pm$ 3,50a
IPS	274,40 $\pm$ 11,09b
CPS	106,61 $\pm$ 15,01e

CPR = concentrado pellet de rim; CSR = concentrado sobrenadante de rim; CPF = concentrado pellet de fígado; CSF = concentrado sobrenadante de fígado; CPC = concentrado pellet de coração; CSC = concentrado sobrenadante de coração; IPS = isolado proteico de soja; CPS = concentrado proteico de soro de leite

<sup>1</sup>Médias seguidas por diferentes letras (a-e) na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O coração é boa fonte de alta qualidade proteica, possui valor baixo a médio de colágeno, além de baixo teor de gordura, o que justifica a alta capacidade de retenção de água nos CSC e CPC. Sabendo que o colágeno, principal proteína estromal é uma proteína essencialmente hidrofóbica (60%), a média capacidade de retenção de água no CSR e CPR pode ser justificada pelo alto conteúdo de colágeno no rim (OCKERMAN; HANSEN, 1988) (BAILEY; LIGHT, 1989). Apesar de o fígado possuir baixa capacidade emulsificante de ligação, seu alto teor de colágeno e gordura tendem a ter maior capacidade de retenção de água nos CSF e CPF (SAFFLE; BRATZLER, 1959). As razões para esse efeito são desconhecidas, possivelmente a gordura intramuscular se perde até a microestrutura, permitindo assim, maior entrada de água (HAMM, 1960).

#### **4.6 Cor objetiva dos concentrados proteicos**

Os parâmetros de cor dos concentrados proteicos:  $L^*$ ,  $C^*$  e  $h^*$  diferiram entre si ( $P \leq 0,05$ ) (Tabela 7).

Tabela 7 - Cor dos concentrados proteicos (média±desvio padrão).

Concentrados Proteicos <sup>1</sup>	Parâmetros de Cor				
	a*	b*	L*	C*	h*
CPR	8,9±0,12	18,32 ±0,10	78,35±0,44c	20,37±0,10c	64,17±0,00c
CSR	10,08±0,30	18,19±0,21	70,88±0,28f	20,80±0,33cb	60,73±0,57d
CPF	9,51±0,13	18,97±0,22	73,19±0,36e	21,22±0,25a	63,60±0,00c
CSF	13,41±0,18	19,33±0,10	64,06±0,63g	23,52±0,15b	55,00±0,57e
CPC	9,11±0,19	16,08±0,15	76,34±0,28d	18,48±0,16d	60,73±0,57d
CSC	15,42±0,10	14,14±0,20	60,21±0,38h	20,92±0,07a	42,40±0,57f
IPS	4,74±0,13	15,77±0,07	92,39 ±0,07b	16,46 ±0,09e	73,34±0,57b
CPS	2,99±0,14	15,09±0,21	99,07±0,06 <sup>a</sup>	15,38 ±0,24f	79,07±0,57a

a\*= índice de vermelho, b\*=índice de amarelo, L\* = luminosidade, C\* = saturação, h\* = ângulo de tonalidade

CPR = concentrado pellet de rim; CSR = concentrado sobrenadante de rim; CPF = concentrado pellet de fígado; CSF = concentrado sobrenadante de fígado; CPC = concentrado pellet de coração; CSC = concentrado sobrenadante de coração; IPS = isolado proteico de soja; CPS = concentrado proteico de soro de leite

<sup>1</sup>Médias seguidas por diferentes letras (a-f) na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Figura 2 Cor qualitativos concentrados proteicos.

CPR = concentrado pellet de rim; CSR = concentrado sobrenadante de rim; CPF = concentrado pellet de fígado; CSF = concentrado sobrenadante de fígado; CPC = concentrado pellet de coração; CSC = concentrado sobrenadante de coração; IPS = isolado proteico de soja; CPS = concentrado proteico de soro de leite

O isolado proteico de soja e concentrado proteico de soro de leite apresentaram os maiores ( $P \leq 0,05$ ) valores de  $L^*$ , respectivamente 92,37 e 99,03; portanto, mais claros. Por outro lado, o menor valor de  $L^*$  foi observado no concentrado sobrenadante de coração (60,21); sendo o menos claro. Na Figura 2, o isolado proteico de soja e o concentrado proteico de soro de leite apresentaram as tonalidades mais claras, enquanto o concentrado sobrenadante de coração, apresentou tonalidade escura e avermelhada, característica da matéria prima coração, órgão altamente vascularizado, por onde circula o sangue.

O concentrado sobrenadante de fígado (23,52) e o concentrado pellet de fígado (21,22) apresentaram os maiores ( $P \leq 0,05$ ) valores de  $C^*$ , em que o fígado é menos vermelho e, portanto, apresenta maior intensidade de cor. O isolado

proteico de soja (16,46) e o concentrado proteico de soro de leite (15,38) apresentaram os menores ( $P \leq 0,05$ ) valores de  $C^*$ .

O menor valor ( $P \leq 0,05$ ) de  $h^*$  foi encontrado no concentrado sobrenadante de coração, que apresentou maior tonalidade de vermelho. Todos os concentrados sobrenadantes apresentaram menor valor de  $h^*$  do que os concentrados obtidos da fração pellet, o que pode ser justificado pela extração proteica conduzida em meio aquoso e, portanto, a maior solubilização das proteínas responsáveis pelo pigmento dos subprodutos. Os maiores ( $P \leq 0,05$ ) valores de  $h^*$  foram observados no isolado proteico de soja (1,28) e concentrado proteico de soro de leite (1,38). De acordo com Ockerman e Hansen (1988), os corações possuem alto teor de hemoglobina e conseqüentemente alto valor de cor, que acarretam cor ao produto acabado.

#### **4.7 Estabilidade da emulsão crua**

As emulsões contendo CSR, CPC, CSC, CPF, CSF e IPS apresentaram as menores TEF ( $P \leq 0,05$ ) e, logo, as maiores CRA. A emulsão adicionada do CPS apresentou o maior ( $P \leq 0,05$ ) teor de fluido exsudado e, portanto, menor capacidade de retenção de água (Tabela 8). Apenas a emulsão contendo o CPR apresentou capacidade de retenção de água intermediária e semelhante a todos ( $P > 0,05$ ). O teor de gordura no exsudado ( $GE_{TEF}$ ), não foi afetado pelos concentrados proteicos ( $P > 0,05$ ) (Tabela 8), logo todos os concentrados obtidos a partir dos subprodutos suínos, do concentrado proteico de soro de leite e do isolado proteico de soja, apresentaram os mesmos valores de  $GE_{TEF}$ .



Tabela 8 - Estabilidade de emulsões elaboradas a partir da adição de diferentes concentrados proteicos (média  $\pm$  desvio padrão)

Estabilidade da Emulsão		
Concentrado Proteico <sup>1</sup>	TEF (%)	Getef (%)
CPR	0,65 $\pm$ 0,06ab	6,76 $\pm$ 0,34
CSR	0,52 $\pm$ 0,42b	5,88 $\pm$ 1,25
CPF	0,54 $\pm$ 0,10b	6,88 $\pm$ 0,90
CSF	0,44 $\pm$ 0,17b	8,76 $\pm$ 1,01
CPC	0,30 $\pm$ 0,03b	8,62 $\pm$ 1,73
CSC	0,25 $\pm$ 0,20b	8,95 $\pm$ 0,94
I.P.S.	0,35 $\pm$ 0,40b	8,32 $\pm$ 1,47
C.P.S.	1,21 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	5,50 $\pm$ 1,77

TEF=total de fluido exsudado; Getef=total de gordura no fluido exsudado

CPR = concentrado pellet de rim; CSR = concentrado sobrenadante de rim; CPF = concentrado pellet de fígado; CSF = concentrado sobrenadante de fígado; CPC = concentrado pellet de coração; CSC = concentrado sobrenadante de coração; IPS = isolado proteico de soja; CPS = concentrado proteico de soro de leite

<sup>1</sup>Médias seguidas por diferentes letras (a-b) na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Todos os concentrados obtidos no trabalho a partir de rim, fígado e coração suíno, quando adicionados em um sistema de emulsão de massa crua, apresentaram estabilidade igual ao isolado de soja, uma vez que esses concentrados possuem em sua constituição proteínas de alto valor biológico, responsáveis por propriedades funcionais como emulsificação, solubilidade, gelatinização, viscosidade, capacidade de retenção de água e gordura (SMITH, 1988).

#### **4.8 Cor objetiva da emulsão cozida**

Os valores de  $L^*$  e  $h^*$  não foram afetados ( $P > 0,05$ ) pelos concentrados proteicos (Tabela 8). Já os valores de  $C^*$  diferiram entre os concentrados proteicos ( $P \leq 0,05$ ). A emulsão contendo o CSF apresentou maior valor ( $P \leq 0,05$ ) de  $C^*$ . As emulsões contendo os demais CP apresentaram valores de  $C^*$  intermediários e semelhantes ( $P > 0,05$ ) a todos os anteriores. As emulsões contendo o IPS e CPS apresentaram os menores valores ( $P \leq 0,05$ ) de  $C^*$  (Tabela 9).

A Figura 3 ilustra de forma qualitativa a semelhança entre as cores dos concentrados, quando adicionados em emulsões cozidas.

Tabela 9 - Cor das emulsões contendo os concentrados proteicos, isolado proteico de soja e concentrado proteico de soro de leite (média±desvio).

Concentrados Proteicos <sup>1</sup>	Parâmetros de Cor				
	a*	b*	L*	C*	h*(graus)
CPR	5,31±0,13	17,87±0,12	64,27±0,94	18,64±0,11ab	73,34±0,57
CSR	5,87±1,14	16,94±1,42	62,76±0,61	17,97±0,96ab	70,47±5,16
CPF	5,93±0,07	17,90±1,03	61,68±0,64	18,86±0,96ab	71,62±1,15
CSF	7,04±0,91	18,21±1,22	61,66±1,06	19,54±0,86 <sup>a</sup>	68,18±3,44
CPC	5,78±0,86	17,27±0,19	63,44±2,61	18,21±0,40ab	71,05±2,29
CSC	6,08±0,27	18,08±0,37	61,94±1,32	19,07±0,34ab	71,05±1,15
IPS	5,38±0,24	16,40±0,70	64,49±1,16	17,26±0,62b	72,19±1,15
CPS	4,68±0,19	16,98±0,69	64,21±0,85	17,61±0,66b	74,48±0,57

L\* = luminosidade, C\* = saturação, h\* = ângulo de tonalidade

CPR = concentrado pellet de rim; CSR = concentrado sobrenadante de rim; CPF = concentrado pellet de fígado; CSF = concentrado sobrenadante de fígado; CPC = concentrado pellet de coração; CSC = concentrado sobrenadante de coração; IPS = isolado proteico de soja; CPS = concentrado proteico de soro de leite

<sup>1</sup>Médias seguidas por diferentes letras (a-b) na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

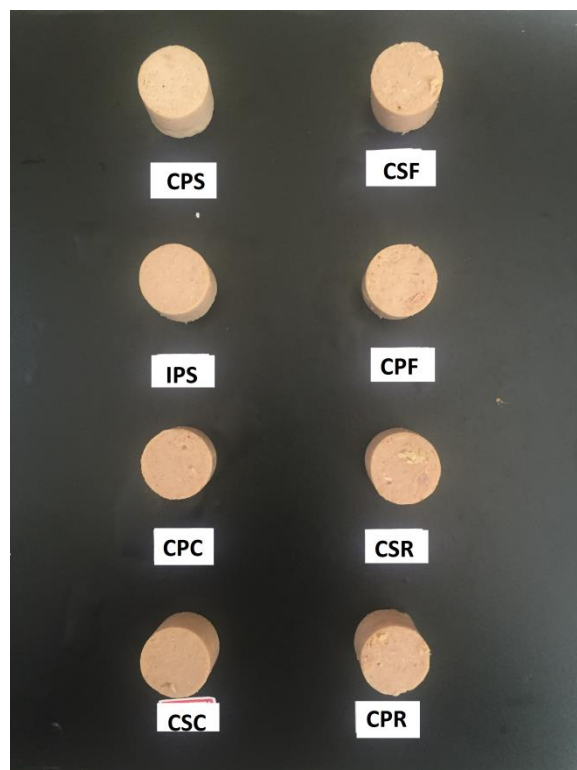


Figura 3 Cor de emulsões cozidas formadas a partir da adição de concentrados proteicos de rim, fígado e coração suíno, concentrado proteico de soro de leite e isolado proteico de soja

CPR = concentrado pellet de rim; CSR = concentrado sobrenadante de rim; CPF = concentrado pellet de fígado; CSF = concentrado sobrenadante de fígado; CPC = concentrado pellet de coração; CSC = concentrado sobrenadante de coração; IPS = isolado proteico de soja; CPS = concentrado proteico de soro de leite

Esses valores estão de acordo com aqueles encontrados em  $C^*$  nos concentrados proteicos em pó. O CSF apresentou o maior índice de saturação, ou seja menor intensidade de vermelho e o IPS e CPS os menores valores de  $C^*$ .

#### **4.9 Análise do Perfil de Textura dos géis (TPA)**

Todos os concentrados proteicos de rim, fígado e coração, concentrado proteico de soro de leite e isolado proteico de soja resultaram na formação de géis autossustentáveis a partir da adição de 2% em emulsão contendo 62% de CMS e 13% de carne suína.

Considerando que as proteínas miofibrilares possuem maior solubilidade no pH de trabalho e são capazes de formar géis autossustentáveis, os géis formados a partir dos concentrados de proteínas solúveis apresentaram rigidez e textura desejável (XIONG, 1997). Apesar de os concentrados proteicos de proteínas insolúveis serem formados em sua maior parte por proteínas estromais e sarcoplasmáticas, eles também apresentaram géis autossustentáveis, pois quando aquecidas em calor seco, as proteínas estromais se tornam duras e gelatinosas quando no cozimento com calor úmido. Além disso, as proteínas sarcoplasmáticas contêm miógenos e enzimas, que podem aumentar a geleificação térmica das proteínas miofibrilares e também mostraram capacidade para formar gel de baixa qualidade (MATAK; TAHERGORABIR; JACZYNSKI, 2015).

Thawornchinsombut e Park (2007) concluíram que os géis mais fortes de proteína de peixe (mistura de proteínas sarcoplasmático e miofibrilar) foram obtidos em concentração de 0,88% de NaCl e pH 3. Em pH 11, nenhuma diferença pôde ser obtida entre os géis com diferentes concentrações de NaCl. Proteínas do músculo de tilapia, tratadas com ácido, tiveram qualidade de gel significativamente menor em comparação com proteínas tratadas alcalinas, esses resultados não foram influenciados pela presença ou ausência NaCl (INGADOTTIR; KRISTINSSON, 2010). Géis mais firmes de proteína foram obtidos a partir de subprodutos processados da truta arco-íris quando solubilizados em pH 12,0 em comparação com aqueles tratados em pH ácido (pH 2,5),

possivelmente resultante da menor proteólise e desnaturação no pH básico (CHEN; JACZYNSKI, 2007).

A adesividade e a flexibilidade dos géis formados não apresentaram diferença entre os CP ( $P > 0,05$ ), enquanto a dureza, a coesividade e a mastigabilidade indicaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) (Figura 5).

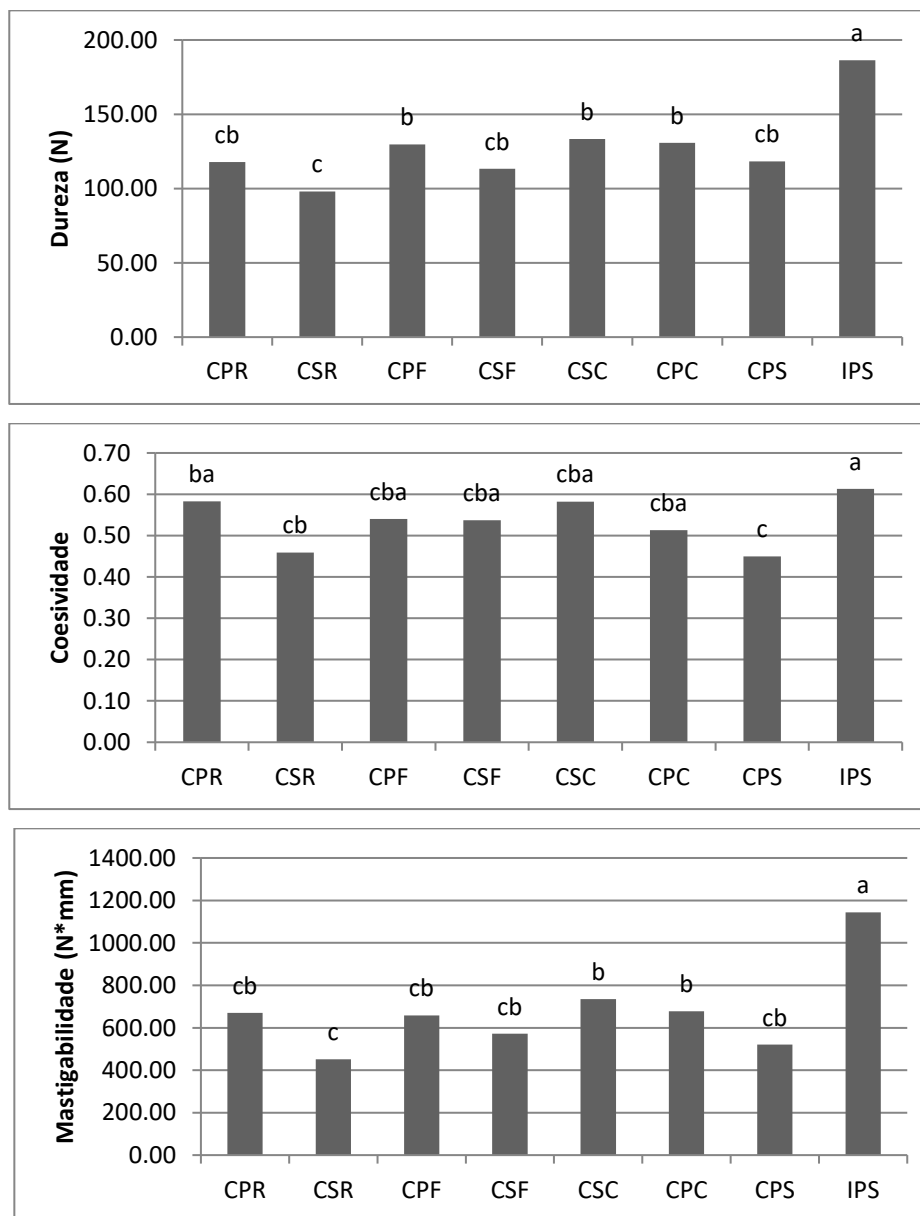


Figura 4 Dureza, Coesividade e Mastigabilidade encontrados nos géis formados a partir da adição de concentrados proteicos suínos, concentrado proteico de soro de leite e isolado de soja.1 (continua).

CPR = concentrado pellet de rim; CSR = concentrado sobrenadante de rim; CPF = concentrado pellet de fígado; CSF = concentrado sobrenadante de fígado; CPC =

concentrado pellet de coração; CSC = concentrado sobrenadante de coração; IPS = isolado proteico de soja; CPS = concentrado proteico de soro de leite

<sup>1</sup>Barras com diferentes letras (a-c) diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (conclusão).

A maior dureza ( $P \leq 0,05$ ) foi encontrada no gel obtido a partir da adição do isolado proteico de soja (186,33), enquanto a menor dureza ( $P \leq 0,05$ ) foi obtida naquele contendo concentrado de rim solúvel (98,10). No entanto, todos os seis géis obtidos dos concentrados proteicos apresentaram dureza semelhante ao do concentrado proteico de soro de leite.

A maior coesividade ( $P \leq 0,05$ ) também foi encontrada no gel obtido a partir da adição de isolado proteico de soja (0,61), enquanto a menor coesividade foi observada naquele contendo concentrado proteico de soro de leite (0,45). Todos os seis concentrados proteicos obtiveram coesividade semelhantes entre si.

A maior mastigabilidade ( $P \leq 0,05$ ) também ocorreu no gel com isolado proteico de soja (1143,37), enquanto a menor mastigabilidade ( $P \leq 0,05$ ) também foi observada no gel adicionado do concentrado de rim solúvel (451). Todos os seis concentrados proteicos apresentaram mastigabilidade semelhantes ao concentrado proteico de soro de leite.

O isolado proteico de soja apresenta teor proteico mais elevado (84,88%) e pequeno teor de gordura (3,45%), quando comparado a todos os outros concentrados estudados. As propriedades tecnológicas são determinadas pelo teor, qualidade de proteína no alimento e condições de processamento, o que justifica os valores encontrados para os parâmetros de textura para os géis formados a partir da adição de isolado de soja.



## 5 CONCLUSÃO

Todos os concentrados obtidos apresentaram teor proteico acima de 60%, comportamento semelhante ou melhor que o isolado de soja e concentrado proteico de soro de leite, em relação às propriedades tecnológicas, como capacidade retenção de água, capacidade emulsificante, geleificante e de textura. Logo, todos os concentrados proteicos de coração, fígado e rim, suíno podem ser usados como ingredientes comerciais na elaboração de produtos cárneos, a fim de elevar sua propriedades tecnológicas. Apesar de os concentrados proteicos em pó apresentarem cores diferentes após a extração, na sua aplicação em um sistema de emulsão cozida, essa cor não foi significativa. O concentrado sobrenadante de coração obteve melhores resultados devido ao seu alto teor e qualidade proteica, além do baixo teor de gordura.

A partir dos resultados, pode-se concluir que a produção de concentrados proteicos a partir de subprodutos suínos (rim, fígado e coração) é uma alternativa eficaz para aproveitamento e agregação de valor a esses subprodutos.

## REFERÊNCIAS

ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; GERRARD, D.E.; MILLS, E.W. **Principles of Meat Science**. Fourth edition, Kendall/Hunt Publishing Co.: Dubuque, IA, 2001.

AIMUTIS, W.R. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. **The Journal of Nutrition**, v. 134, n. 4, p. 989-995, 2004.

ALEXIS, A.; ROBERT, J. **Animal byproduct conversion system and method**. US patent 7,000, 333, 2004.

AOAC - Association of Official Analytical. **Official method of analysis**. 16 ed. Chemists Inc, Arlington, VA, 1997.

APA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Proteínas do Soro de Leite Relatório Anual de 2017**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

ARAÚJO, J. M. A. Química de alimentos: teoria e prática, 3ª ed. Viçosa: UFV 2006.

ASGHAR, A.; SAMEJIMA, K.; YASUI. Functionality of muscle proteins in gelation mechanism of structured meat products, **CRC Crit. Rev. FoodSci. Nutr.**, v. 22, n. 1, p. 27- 106, 1985.

ASSIS, M. T. Q. et al. Avaliação físico-química de filés de peito de frango adicionados de sal, tripolifosfato de sódio e proteína isolada de soja. **Alim. Nutr. ISSN 0103-4235**, Araraquara v. 21, n. 1, p. 129-139, jan./mar. 2010.

AYALA, M.E.G. Estructura y composicion química del pescado. In: Curso de Capacitación. **Surimi**. Callao: Instituto Tecnológico Pesquero del Peru. 2001  
BAILEY, A.J.; LIGHT, N.D. **Connective Tissue in Meat and Meat Products**. London: Elsevie Appl. Sci., 1989.

BOSS, E.A. **Modelagem e otimização do processo de liofilização: aplicação pra leite desnatado e café solúvel**. 2004. 124 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2004.

BRAGAGNOLO, N. Analysis of cholesterol in edible animal by-products. In: NOLLET, L.M.L.; TOLDRÁ, F. (Eds.) **Handbook of analysis of edible animal by-products**. Boca Raton. FL, USA: CRC Press, 2011. p. 43-63.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto Nº30.691, de 29 de março de 1952**. Aprova o Novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. 2017. Disponível: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/decreto-30692.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2018.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 268, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o Regulamento Técnico para produtos proteicos de origem vegetal. Disponível: <[http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CBRA\\_173\\_add\\_1.htm](http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CBRA_173_add_1.htm)>. Acesso em: 28 ago. 2018.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G. **Soja: Potencial de Uso na Dieta Brasileira**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO. 16 p.

CARVALHO, A.A. et al. Caracterização de concentrado e isolado proteico extraído de sementes de cupuaçu (*Theobromagrandiflorum*, Schum) **Braz. J. Food Technol.**, v. 12, n. 1, p. 01-08, jan./mar. 2009.

CATSIMPOOLAS, H.; MEYER, E. W. Gelation phenome aof soybean globulins. 1. Proteins-proteins interactions. **Am. Assoc. Cereal Chem.**, v. 47. n. 3, p. 550-555, 1970.

CHANG, H.S. Solubility and gelation of chicken breast muscle proteins as affected by salts. **Doctoral (Dissertations)** - University of Massachusetts Amherst, 1997.

CHAUD, S.G.; SGARBIERI V.C. Propriedades funcionais (tecnológicas) da parede celular de leveduras da fermentação alcóolica e das frações glicana, manana e glicoproteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 369-379, 2006.

CHEN, Y.C.; JACZYNSKI, J. Protein recovery from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processing byproducts via isoelectric solubilization/precipitation and its gelation properties as affected by functional additives. **J. Agric. Food Chem.**, v. 55, n. 22, p. 9079-9088, 2007.

CHOU, Y.T.; LIN, K.W. Effects of xylooligosaccharides and sugars on the functionality of porcine myofibrillar proteins during heating and frozen storage. **Food Chem.** **121**. v. 1, p. 127-131, 2010.

CHOU, D.H.; MORR, C.V. Protein-water interation and functional properties. **Journal of the America Oil chemists Society**, Champaign, v. 36 p. 53-62, 1979.

DEIVASIGAMANI, B.; ALAGAPPAN, K. M. Industrial application of keratinase and soluble proteins from feather keratine. **Journal of Environmental Biology**, v. 29, p.933-936, 2008.

DHILLON, A. S.; MAURER, A. J. Utilization of mechanically deboned chicken meat in the formulation of summer sausages. **Poultry Sci.**, v. 54, n. 4. p. 1164-1174, 1975.

FENNEMA, O.R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L. **Química dos Alimentos de Fenemma**. São Paulo: Artmed, 2010. 900 p.

GAULT, N.F.S.; LAWRIE, R.A. Efficiency of protein extraction and recovery from meat industry by-products. **Meat Science**, v. 4, p.167-190, 1980.

GEHRING, C.K.; GIGLIOTTI, J.C.; MORITZ, J.S.; TOU, J.C.; JACZYNSKI, J. Functional and nutritional characteristics of proteins and lipids recovered by isoelectric processing of fish by products and low-value fish: A review. **Food Chemistry**, v. 124, p. 422–431, 2011.

GEHRING, C.K.; DAVENPORT, M.P.; JACZYNSKI, J. Functional and nutritional quality of protein and lipid recovered from fish processing by-products and underutilized aquatic species using isoelectric solubilization/precipitation. **Current Nutrition & Food Science**, v. 5, p. 17-39, 2009.

GOMIDE, L.A.M.; RAMOS, E.M.; FONTES, P.R. Estrutura Muscular. In: \_\_\_\_\_. **Ciência e Qualidade da Carne**: Fundamentos. Viçosa: UFV, 2013. p. 57-67.

HAMM, R. Influence of pH the warner-bratzler. **Adv. Fd. Res.**, v. 10, n. 356, 1960.

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

HRYNETS, Y.; OMANA, D. A.; XU, Y.; BETI, M. Effect of acid-and alkaline-aided extractions on functional and rheological properties of proteins recovered from mechanically separated turkey meat (MSTM). **J. Food Sci.** **75**, n. 7, 2010.

HRYNETS, Y.; OMANA, D.A.; XU, Y.; BETTI, M. Comparative study on the effect of acid-and alkaline-aided extractions on mechanically separated turkey meat (MSTM): Chemical characteristics of recovered proteins. **Process Biochem.** **46**, v. 1, p. 335-343, 2011.

HUFFMAN, L.M. Processing whey protein for use as a food ingredient. **Food Technol.**, Chicago, v. 50, p. 49-52, 1996.

HUHIN, H.O., KELLEHER, S.D. Process for isolating a protein composition from a muscle source and protein composition. **U.S. Patent No. 6005,073**. 1999.

HULTIN, H. O.; KELLEHER, S. D. High **efficiency alkaline protein extraction United States**, 2000.

INGADOTTIR, B.; KRISTINSSON, H.G. Gelation of protein isolates extracted from tilapia light muscle by pH shift processing. **Food Chem.** **118**, v. 3, p. 789-798, 2010.

JONHSO, P.G.; CUNNINGHAM, F.E.; BOWERS, J. A. Quality of mechanically deboned turkey meat. Effect of storag time and temperature. **Poultry Sci.**, v. 53, n. 3, p. 732-739, 1974.

KE, S.; HULTIN, H. O. Role of reduced ionic strength and low pH in gelation of chicken breast muscle protein. **J. Food Sci.** **70**, v. 1, p. E1-E6, 2005.

KEETON, J.T. Non-meat ingredients for low-/no-fat processed meats. Proceed. Recip. **Meat Conf.**, v. 49, p. 23-31, 1996.

KIM, Y.N. Vitamins. In: NOLLET, L.M. L.; TOLDRÁ, F. (Eds.). **Handbook of analysis of edible animal by-products**. Boca Raton, Fl, USA: CRC Press, p. 161-182, 2011.

KINSELLA, J.E.; WHITEHEAD, D.M. Proteins in Whey: Chemical, Physical and Functional Properties. **Adv. In Food and Nutr.**, Res. 33, p. 343- 438, 1989.

KINSELLA, J.E. Functional properties of soy proteins. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, Champaign, v. 56, p. 242 – 258, 1979.

KORZENIOWSKA, M.; CHEUNG, I.W.Y.; LI-CHAN, E.C. Effects of fish protein hydrolysate and freeze–thaw treatment on physicochemical and gel properties of natural actomyosin from Pacific cod. **Food Chem.** v. 138, n. 2, 2013.

KRISTINSSON, H.G.; HULTIN, H O. Changes in conformation and subunit assembly of cod myosin at low and high pH and after subsequent refolding. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 24, p. 7187-7196, 2003.

KURT, S.; ZORBA, O. Emulsion Characteristics of beef and sheep offal. **Department of Food Engineering University of Yüzüncü Yıl 65080, Van, Turkey** Accepted for Publication May 20, 2006.

KRISHNAMURTHY, G.; CHANG, H.S.; HULTIN, H.O.; FENG, Y.; SRINIVASAN, S.; KELLEHER, S.D. Solubility of chicken breast muscle proteins in solutions of low ionic strength. **J. Agric. Food Chem.**, v. 44, n. 2. p 408-415, 1996.

LAWRIE, R. **Developments in meat science**. London, New Jersey: Applied Science Publ, 1985. v. 3.

LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

LIANG, Y.; HULTIN, H.O. Functional protein isolates from mechanically deboned turkey by alkaline solubilization with isoelectric precipitation Massachusetts Agricultural Experiment Station Department of Food Science University of Massachusetts/Amherst Marine Station Gloucester. Massachusetts. **Accepted for Publication**, 29 May, 2003.

LIU, D.C. Better utilization of by-products from the meat industry. Extension Bulletins. **Food and fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific region (FFTC publication database)**, 2002.

LUI, M.C.Y. et al. Isoflavonas em isolados e concentrados proteicos de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. Supl, p. 206-212, 2003.

MATAK, K. E.; TAHERGORABI, R.; JACZYNSKI, J. A review: Protein isolates recovered by isoelectric solubilization/ precipitation processing from muscle food by-products as a component of nutraceutical foods. **Food Research International**, v. 77, jun. 2015.

METSÄMUURONEN, S.; NYSTYÖM, M. Enrichment of  $\alpha$ -lactalbumin from diluted whey with polymeric ultrafiltration membranes. **Journal of Membrane Science**, v. 337, n. 1-2, p. 248-256, 2009.

MOTOKI, M. KUMAZAWA, Y. Recent research trends in transglutaminase technology for food processing. **Food Science and Technology Research**, v. 6, n 3, p. 151-160, 2000.

MURRAY, S.M.; PATIL, A R.; FAHEY, G.C., MERCHEN, N.R.; HUGHES, D.M. Raw and rendered animal by-products as ingredients in dog diets. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2497-2505, 1997.

NAKAI, S.; LI-CHAN, E.; HAYKAWA, S. Contribution of protein hydrophobicity to its functionally. **Die Nahrung**, v. 30, n. 3, p. 327-331, 1986.



NAYAK, R.; KENNEY, P.B.; SLIDER, S. Protein extractability of turkey breast and thigh muscle with varying sodium chloride solutions as affected by calcium, magnesium and zinc chloride. **J. Food Sci.** v. 61, n. 6, p. 1149-1154, 1996.

NOLLET, L.M.L.; TOLDRÁ, F. Introduction. Offal meat: Definitions, regions, cultures, generalities. In: NOLLET, L.M.L.; TOLDRÁ, F. (Eds.). **Handbook of analysis of edible animal by-products**. Boca Raton, Fl, USA: CRC Press, 2011. p. 3- 11.

NOLSO, H.; UNDELAND, I. The acid and alkaline solubilization process for the isolation of muscle proteins: state of the art. **Food Bioprocess Tech.** **2**, v. 1, n. 1, p. 27.28, 2009.

OCKERMAN, H.W.; HANSEN, C.L. **Animal by-product processing**. England: Ellis Howoold Ltda, 1988.

OFFER, G.; KNIGHT, P. The structural basis of water-holding in meat. General principles and water uptake in meat processing. In: *Developments in meat science*, Elsevier Applied Science Publishing Co., Inc, New York, 1988. p 163—171, 1988.

ORR, H. L.; WOGAR, W.G. Emulsifying characteristics and composition of mechanically deboned chicken necks and backs from diferente sources. **Poultry Sci.**, v. 3, p. 577-579, 1979.

PARDI, M.C.; SANTOS, F.L.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 2 ed. Goiânia: UFG, 2007. v. 2.

POLLONIO, M. A. R. **Estudo das propriedades funcionais do isolado proteico obtido do resíduo industrial do processamento de tomate**. 1988. 171 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1988.

REZAEI, H.; ASHTIANI, F.; FOULADITAJAR, A. Effects of operating parameters on fouling mechanism and membrane flux in cross-flow microfiltration of whey. **Desalination**, v. 274, n. 1-3, p. 262-271, 2011.

SAETAE, D.; SUNTORNSUK, W. Toxic compound, anti-nutritional factors and functional properties of protein isolated from detoxified *Jatropha curcas* L. seed cake. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 12, p. 66-77, 2011.

SAFFLE, R.L.; BRATZLER, L.J. **Food Tech.**, v. 13, n. 236, 1959.

SANS, P.; COMBRIS, P. World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961–2011). **Institut National de la Recherche Agronomique**, UR1303 Aliss, 65 boulevard de Brandebourg, F-94205 Ivry-sur-Seine, France, 2011.

SELMANE, D.; CHRISTOPHE, V.; GHOLAMREZA, D. Extraction of proteins from slaughterhouse by-products: Influence of operating conditions on functional properties. **Meat Science**, v. 79, p. 640-647, 2008.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em Alimentos Proteicos: Propriedades**, 1463 Degradações, Modificações. São Paulo: Varela, 1996.

SGARBIERI, V.C. Fator de saúde e desenvolvimento. In: \_\_\_\_ **Alimentação e nutrição**. São Paulo: Varela, 1987. p. 19-28.

SMITH, D.M. Functional and biochemical changes in deboned turkey due to frozen storage and lipid oxidation. **J. Food Sci.**, v. 52, n. 1, p. 22-27, 1987.

SMITH, D.M.; ALVAREZ, V.B.; MORGAN, R.G.A Generalized Model for Predicting Heat-Induced Chicken Myofibrillar Protein Gel Strength. **J. Food Sci.**, v. 53, p. 359-362, 1988.

SMITH, D.M. Meat proteins: functional properties in comminuted meat products. **Food Technol.**, v. 42, n. 5, p. 116-121, 1988.

SOFOS, J.N.; NODA, I.; ALLEN, C.E. Effects of soy proteins and their levels of incorporation on the properties of wiener-type products. **Food Sci.**, v. 42, p. 879-884, 1977.

SOUZA, A.B. **Avaliação da influência tecnológica da relação soro-proteína/caseínas durante condições simuladas de processamento térmico.** 2013. Dissertação. 78 f. (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

SOUZA, M.L.; MONTENEGRO, M.A A C. Subprodutos comestíveis da indústria da carne. **Hig.aliment**, v. 14, n. 72, p. 27-34. maio 2000.

STEFANSSON, G.; HULTIN, H. O. On the solubility of cod muscle proteins in water. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 142, p. 2656-2664, 1994.

SUZUKI, T. **Fish and krill protein: Processing technology.** London: Applied Science Publishers, 1981.

TASKAYA, L.; CHEN, Y.C.; JACZYNSKI, J. Functional properties of proteins recovered from whole gutted silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) by isoelectric solubilization/ precipitation. **LWT. Food Science and Technology**, v. 42, n. 6, p. 1082-1089, 2009.

THAWORNCHINSOMBUT, S.; PARK, J.W. Effect of NaCl on gelation characteristics of acid- and alkali-treated pacific whiting fish protein isolates. **Journal of Food Biochemistry**, v. 31, p. 427-455, 2007.

TROUT, E.S.; HUNT, M.C.; JOHNSO, D.E.; CLAUS, J.R.; KASTNER, C.L.; KROPF, D.H. Characteristics of low-fat ground beef containing texture-modifying ingredients. **J. Food Sci.**, v. 57, p. 19-24, 1992.

USDEC. United States Dairy Export Council. **Dairy Ingredients Application Library**: WPC &WPI. Disponível em: <<http://www.usdec.org/>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

XIONG, Y.L. A comparison of the rheological characteristics of different fraction of chicken myofibrillar proteins. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v. 16, p. 217-227. 1993.

WANG, S.H.; ROCHA, G.O.; NASCIMENTO, T.; ASCHERI, J.L.R. Absorção de água e propriedades espumantes de farinhas extrusadas de trigo e soja. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 475-481, 2006.

WEINGARTNER, K.E. Processing, nutrition and utilization of soybeans, In: SING, S.R.; RACHIE, K.; DASCHIEL, K.E. (eds). **Soybeans for the tropics: research, production and utilization**. Chichester, UK. Wiley-Interscience Publications. 1987 .p.149-178.

WOLF, W.J. Scanning electron microscopy of soybean protein bodies. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, Champaign, v. 47, p. 107-108, 1970.