

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

MARCIA REGINA SINHORINI

**PROCESSO DE PRODUÇÃO DE FARINHA DE PENAS  
HIDROLISADAS: ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO DO TEOR PROTÉICO  
E DO VALOR DE DIGESTIBILIDADE DA PROTEÍNA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LONDRINA

2013

MARCIA REGINA SINHORINI

**PROCESSO DE PRODUÇÃO DE FARINHA DE PENAS  
HIDROLISADAS: ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO DO TEOR PROTÉICO  
E DO VALOR DE DIGESTIBILIDADE DA PROTEÍNA**

Dissertação de mestrado, apresentada ao Curso de Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre da Trindade Alfaro.

LONDRINA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

S617p Senhorini, Marcia Regina

Processo de produção de farinha de penas hidrolisadas: estudos de otimização do teor protéico e do valor de digestibilidade da proteína / Marcia Regina Senhorini . - Londrina: [s.n.], 2013.

XVII, 105 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre da Trindade Alfaro

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2013. Inclui bibliografia.

1. Farinhas. 2. Plumas. 3. Indústria avícola - Subprodutos. 4. Proteínas. I. Alfaro, Alexandre da Trindade, orient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 636.5

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Título da Dissertação Nº 11**

# **“Processo de Produção de Farinha de Penas Hidrolisadas: Estudos de Otimização do Teor Protéico e do Valor de Digestibilidade da Proteína”**

por

**Marcia Regina Senhorini**

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina, às 9h do dia 11 de dezembro de 2013. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

---

Prof. Alexandre da Trindade Alfaro, Dr.  
(Presidente)

---

Prof. Marcio Barreto Rodrigues, Dr.  
(UTFPR Câmpus Pato Branco)

---

Prof. Carlos Prentice-Hernández, Dr.  
(Universidade Federal do Rio Grande)

Visto da coordenação:

---

Prof. Marly S. Katsuda, Dra.  
(Coordenadora do PPGTAL)

*Ao meu filho, Artur Senhorini de Aguiar,  
que ainda está em meu ventre, e ao meu  
eterno companheiro Wagner de Aguiar,  
dedico este trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

*Ao Ser Supremo*, pela vida e a possibilidade de empreender esse caminho evolutivo, por propiciar tantas oportunidades de estudos e por colocar em meu caminho pessoas amigas e preciosas.

Aos meus pais, *Dorotilde e Zelindo*, que mais do que me proporcionar uma boa infância e vida acadêmica, formaram os fundamentos do meu caráter e me apontaram uma vida melhor. Obrigada por serem a minha referência de tantas maneiras e estarem sempre presentes na minha vida de uma *forma indispensável*.

Aos meus irmãos, *José Henrique Sinhorini e Eliani Aparecida Sinhorini Menin* pelo apoio cedido em todos os momentos desta jornada de estudos.

*Ao meu esposo Wagner de Aguiar*, que representa minha segurança em todos os aspectos, meu companheiro incondicional, o abraço espontâneo e tão necessário.

Aos meus queridos sogros, *Rui Artur de Aguiar e Alcídia Justen de Aguiar*, obrigada por todas as palavras de incentivo.

Ao meu amigo, professor e orientador desta dissertação, *Alexandre da Trindade Alfaro*, um agradecimento carinhoso pela atenção e sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

À *Universidade Tecnológica Federal do Paraná* (UTFPR – Campus de Francisco Beltrão) e ao *Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos* (PPGTAL) pela disponibilização do Curso de Mestrado Profissional.

À *FOLEM Indústria e Comércio LTDA.*, nas pessoas de *Leandro P. Barazetti* (Diretor Geral) e *Pedro M. Rohling* (Supervisor de Produção), pelo apoio indispensável para que os experimentos dessa dissertação pudessem ser executados.

Aos *amigos* de perto e de longe, pelo amor e preocupação demonstrados através de ligações, visitas e e-mails. Obrigada a vocês que aliviaram minhas horas difíceis, me alimentando de certezas, forças e alegrias.

Aos *professores* da banca examinadora, pela atenção e contribuição dedicadas a esta dissertação.

Às minhas colegas de mestrado, *Carline Marquetti e Cláudia Fieira*, pelo grande companheirismo nos trabalhos realizados.

Enfim, á todos aqueles que de uma maneira ou de outra contribuíram para que este percurso pudesse ser concluído...

**MUITO OBRIGADA!**

*“Um ancião índio norte-americano, certa vez, descreveu seus conflitos internos da seguinte maneira:*

*- Dentro de mim há dois cachorros. Um deles é cruel e mau. O outro é muito bom, e eles estão sempre brigando. Quando lhe perguntaram qual cachorro ganhava a briga, o ancião parou, refletiu e respondeu:*

*- Aquele que eu alimento mais frequentemente”.*

*Paulo Coelho.*

## RESUMO

SINHORINI, Marcia Regina. **PROCESSO DE PRODUÇÃO DE FARINHA DE PENAS HIDROLISADAS: ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO DO TEOR PROTÉICO E DO VALOR DE DIGESTIBILIDADE DA PROTEÍNA.** 2013. 110. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2013.

O aumento da produção e abate de aves vem ao encontro da responsabilidade de destinação adequada dos resíduos de abatedouros. Pressionadas ainda pelas legislações e políticas ambientais e pelas oportunidades de negócio foram criadas as indústrias de processamento de subprodutos de origem animal, conhecidas como “graxarias”, que processam estes resíduos transformando-os em farinhas de alto valor agregado utilizadas na composição de rações. Porém, a grande variação na composição das matérias-primas e a falta de padronização do processo de fabricação são consideradas os maiores desafios para o uso desses alimentos como ingredientes de rações. O presente trabalho teve como objetivo otimizar o processo de fabricação de farinha de penas, visando o aumento do teor protéico (TP) e do valor de digestibilidade (VD), bem como determinar as variáveis e os níveis que potencialmente podem influenciar no processo de obtenção da farinha. A parte experimental deste trabalho está apresentada em três capítulos: No capítulo 1 avaliou-se a variabilidade do TP e do VD da farinha de penas de frango e peru em função dos parâmetros do processo. Observou-se uma grande dificuldade na padronização da farinha de penas contendo penas de frango e de peru. A pressão e o tempo de hidrólise diferiram entre as matérias-primas. Tanto a variável pressão como o tempo de hidrólise influenciaram no TP e no VD. Os resultados mais elevados foram obtidos para a farinha composta por 100% penas de frango. No capítulo 2 avaliou-se a Influência da etapa de pré-secagem no TP e no VD da farinha de penas. Foram utilizados planejamento fatorial e metodologia de superfície de resposta para avaliar essa influência. A pressão, tempo de hidrólise, tempo de pré-secagem e composição de diferentes matérias primas foram determinadas como variáveis independentes, enquanto as variáveis respostas foram TP e VD. O aumento no tempo de pré-secagem foi significativo ( $p < 0,05$ ) para elevar as variáveis. A inclusão de penas de peru foi significativa ( $p < 0,05$ ) na obtenção de farinha de penas, representando uma redução tanto nos resultados do TP como no VD das farinhas. No capítulo 3 avaliou-se a influência da adição de diferentes percentuais de sangue sobre as variáveis respostas, TP e VD, da farinha de penas. Foi utilizado planejamento fatorial e metodologia de superfície de resposta para avaliar essa influência. As variáveis independentes foram pressão, tempo de hidrólise, matéria-prima e adição de sangue. O maior TP obtido foi através da dosagem de 20% de sangue para as duas matérias-primas. Os níveis das variáveis de processo com os quais se obteve os mais elevados TP (84,56%) e VD (47,96%) foram com 2,5  $\text{kgf.cm}^{-2}$  de pressão e 40 min. de hidrólise. O aumento no percentual de sangue e no tempo de hidrólise foi significativo ( $p < 0,05$ ) para aumentar tanto o TP como o VD da farinha de penas. Com a incorporação de penas de peru ocorreu uma redução significativa ( $p < 0,05$ ) no TP e no VD das farinhas.

**Palavras-chave:** Penas de frango. Penas de peru. Hidrólise. Proteína. Digestibilidade. Farinha.

## ABSTRACT

SINHORINI, Marcia Regina. **PRODUCTION PROCESS OF MEAL PENS HYDROLYSED: OPTIMIZATION STUDIES OF PROTEIN CONTENT AND VALUE PROTEIN DIGESTIBILITY** 2013. 110. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Federal Technology University - Parana. Londrina, 2013.

The increased poultry production and slaughtering encounters the responsibility of proper disposal of waste from slaughterhouses. Pressed further by legislation and environmental policies and the business opportunities were created industries processing animal by-products, known as "graxarias" which process these waste transforming them into high value-added flours used in feed composition. However, the wide variation in the composition of the raw materials and the lack of standardization of the manufacturing process are considered the major challenges for the use of these foods as ingredients of rations. This study aimed to optimize the manufacturing process of feather meal, in order to increase the protein content (PC) and digestibility value (DV), and to determine the variables and levels that can potentially influence the process of flour obtaining. The experimental part of this work is presented in three chapters: the first chapter we evaluated the variability of TP and RV feather meal of chicken and turkey as a function of process parameters. There is a great difficulty in the standardization of feather meal containing chicken feathers and turkey. The pressure and time of hydrolysis differed among the raw materials. Both the variable pressure as the hydrolysis time affected in PC and DV. The highest scores were obtained for 100% flour made of chicken feathers. In chapter 2 we evaluated the influence of pre-drying step in PC and DV feather meal. We used a factorial design and response surface methodology to assess this effect. The pressure, hydrolysis time, length of pre-drying and composition of different raw materials were determined as independent variables, while the variables were PC and DV. The increase in the pre-drying time was significant ( $p < 0,05$ ) to increase the variables. The inclusion of turkey feathers was significant ( $p < 0,05$ ) in obtaining feather meal, a reduction in both the results of TP as in RV flours. In chapter 3 we evaluated the effect of adding different percentages of blood on the response variables, PC and DV, feather meal. We used a factorial design and response surface methodology to assess this influence. The independent variables were pressure, hydrolysis time, raw material and adding blood. The higher PC was obtained by measuring blood of 20% for the two raw materials. The levels of the process variables which are obtained with the highest TP (84,56%) and VD (47,96%) was 2,5 kgf.cm<sup>-2</sup> pressure and 40 min. hydrolysis. The increase in the percentage of blood and the hydrolysis time was significant ( $p < 0,05$ ) increase both the PC and DV as feather meal. With the incorporation of turkey feathers there was a significant reduction ( $p < 0,05$ ) in PC and DV flours.

Key-words: Chicken feathers. Turkey feathers. Hydrolysis. Protein. Digestibility. Flour.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção Mundial de Carne de Frango em 2012 (mil ton.).	17
Figura 2 – Produção Mundial de Carne de Peru em 2012 (mil ton.).	17
Figura 3 - Exportação Mundial de Carne de Frango em 2012 (mil ton.).	18
Figura 4 - Exportação Mundial de Carne de Peru em 2012 (mil ton.).	19
Figura 5 – Os Estados brasileiros e os municípios paranaenses que tiveram a maior produção de carne de frango em 2012.	20
Figura 6 – Estrutura de uma pena.	26
Figura 7 – Comparação entre o tamanho de uma pena de peru (a) e uma pena de frango (b).	27
Figura 8 - Estrutura da $\alpha$ e $\beta$ queratina.	29
Figura 9 – Descrição do trabalho experimental visando o aumento do teor protéico e do valor de digestibilidade protéica.	44

### Capítulo I

Figura A1 – Fluxograma de produção das farinhas de penas hidrolisadas.	50
Figura A2 – Calador utilizado para fazer coleta de farinhas.	52
Figura A3 – Tendências de variações do teor protéico em função da variável tempo de hidrólise. Realizou-se uma média dos resultados de TP das pressões para cada tempo avaliado.	64
Figura A4 – Tendências de variações do teor protéico em função da variável pressão. Realizou-se uma média dos resultados dos TP dos tempos para cada pressão avaliada.	65
Figura A5 – Tendências de variações dos valores de digestibilidade em função da variável tempo de hidrólise. Realizou-se uma média dos VD das pressões para cada tempo avaliado.	66
Figura A6 – Tendência de variação dos valores de digestibilidade em função da variável pressão. Realizou-se uma média dos VD dos tempos para cada pressão avaliada.	67

## Capítulo II

Figura B1 – Processo de obtenção de farinha de penas hidrolisadas.....	74
Figura B2 – Superfície de resposta da matéria-prima (%) e do tempo de hidrólise (min.) em função do teor protéico da farinha de penas. ....	80
Figura B3 – Superfície de resposta da matéria-prima (%) e do tempo de pré-secagem (min.) em função do teor protéico da farinha de penas. ....	81
Figura B4 – Superfície de resposta da matéria-prima (%) e do tempo de pré-secagem (min.) em função do valor de digestibilidade da farinha de penas.....	82

## Capítulo III

Figura C1 – Fluxograma de produção das farinhas de penas.....	91
Figura C2 – Superfície de resposta da matéria-prima (%) e do tempo de hidrólise (min.) em função do teor protéico da farinha de penas. ....	96
Figura C3– Superfície de resposta da matéria-prima (%) e da adição de sangue (%) em função do teor protéico da farinha de penas. ....	97
Figura C4 – Superfície de resposta da matéria-prima (%) e do tempo de hidrólise (min.) em função do valor de digestibilidade da farinha de penas.....	99

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de cabeças de frangos abatidas e produção de carne por região administrativa da SEAB 2010 a 2012.....	20
---	----

### Capítulo I

Tabela A1 – Variáveis e níveis empregados para a produção de farinhas de penas. ....	51
Tabela A2 – Teor protéico da farinha mista de penas (50% frango e 50% peru).....	54
Tabela A3 – Valor de digestibilidade da farinha mista de penas (50% frango e 50% peru).....	55
Tabela A4 – Teor protéico da farinha de frango.....	57
Tabela A5 – Valor de digestibilidade da farinha de frango.....	58
Tabela A6 – Teor protéico da farinha de peru.....	60
Tabela A7 – Valor de digestibilidade da farinha de peru.....	61
Tabela A8 - Resultados de teor protéico das penas <i>in natura</i> (frango e peru) e de suas respectivas penas hidrolisadas.....	62

### Capítulo II

Tabela B1 – Valores reais das variáveis do planejamento experimental e seus respectivos níveis codificados para verificação do TP e do VD da farinha de penas. ....	76
Tabela B2 – Matriz de planejamento experimental com resultados obtidos para o teor protéico (TP) e valor de digestibilidade (VD), fazendo uso das variáveis: Pressão (P), tempo de hidrólise (TH), tempo de pré-secagem da farinha de penas (TPS) e diferentes composições de matéria-prima (MP).....	77
Tabela B3 – Efeitos estimados nos teores protéicos da farinha de penas.....	78
Tabela B4 – Análise de variância (ANOVA) do delineamento proposto para o teor protéico da farinha de penas.....	78
Tabela B5 – Efeitos estimados nos valores de digestibilidade protéica da farinha de penas.....	83

Tabela B6 – Análise de variância (ANOVA) do delineamento proposto para o valor de digestibilidade da farinha de penas. ....	83
---	----

### **Capítulo III**

Tabela C1 – Valores reais das variáveis do planejamento experimental e seus respectivos níveis codificados para verificação do TP e do VD da farinha de penas. ....	93
Tabela C2 – Matriz de planejamento experimental com resultados obtidos para o teor protéico (TP) e valor de digestibilidade (VD), fazendo uso das variáveis: pressão (P), tempo de hidrólise (TH), matéria-prima (MP) e adição de sangue (%S). ....	94
Tabela C3 – Efeitos estimados nos teores protéicos da farinha de penas adicionada de sangue.....	95
Tabela C4 – Análise de variância (ANOVA) do delineamento proposto para os teores protéicos de farinha de penas hidrolisadas. ....	97
Tabela C5 – Efeitos estimados nos valores de digestibilidade protéica da farinha de penas adicionada de sangue.....	100
Tabela C6 – Análise de variância (ANOVA) do delineamento proposto para os valores de digestibilidade da farinha de penas hidrolisadas. ....	100

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E UNIDADES DE MEDIDAS

**aa:** Aminoácido

**ABA:** Associação Brasileira Animal

**AS:** Adição de Sangue

**Eq:** Equação

**UE-27:** União europeia (27 países)

**FPH:** Farinha de Penas Hidrolisadas

**FPS:** Farinha de Penas e Sangue

**g:** gramas

**Lb:** Libra

**MAPA:** Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

**Min.:** Minuto

**MP:** Matéria-Prima (%)

**N:** Nitrogênio

**P:** Pressão ( $\text{kgf/cm}^{-2}$ )

**Pol:** polegada

**PIB:** Produto Interno Bruto

**SEAB:** Secretaria de Estado de Agricultura e do Abastecimento

**SINDIAVIAPAR:** Sindicato das Indústrias Avícolas do Estado do Paraná

**SIF:** Serviço de Inspeção Federal

**TH:** Tempo de Hidrólise (min.)

**Ton.:** Tonelada

**TP:** Teor Protéico (%)

**TPS:** Tempo de Pré-secagem (min.)

**UBA:** União Brasileira de Avicultura

**UNESP:** Universidade Estadual de São Paulo

**USDA:** United States Department of Agriculture – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

**VD:** Valor de Digestibilidade (%)

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>10</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>11</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>12</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>14</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 <i>OBJETIVO GERAL</i> .....	15
2.2 <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> .....	15
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
3.1 <i>A AVICULTURA NO BRASIL E NO MUNDO</i> .....	16
3.2 <i>PRODUÇÃO AVÍCOLA NO PARANÁ</i> .....	19
3.3 <i>ORIGEM E DESTINO DOS SUBPRODUTOS DE ABATEDOUROS AVÍCOLAS</i> .....	22
3.4 <i>“GRAXARIA” – O AMBIENTE DA PESQUISA</i> .....	23
3.5 <i>USO E RENDIMENTO DAS FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL</i> .....	24
3.6 <i>PENAS</i> .....	26
3.7 <i>QUERATINA</i> .....	27
3.8 <i>FARINHA DE PENAS HIDROLISADAS</i> .....	30
3.8.1 <i>Processos de obtenção da farinhas de penas</i> .....	31
3.9 <i>FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DAS FARINHAS</i> .....	32
3.9.1 <i>Origem da matéria-prima</i> .....	32
3.9.2 <i>Tempo entre sacrifício e processamento</i> .....	33
3.9.3 <i>Aminas Biogênicas</i> .....	33
3.9.4 <i>Tempo de estocagem</i> .....	33
3.9.5 <i>Umidade</i> .....	33
3.9.6 <i>Proteína Bruta, Aminoácidos e digestibilidade</i> .....	34
3.9.7 <i>Teor de cinzas</i> .....	35
3.9.8 <i>Contaminação microbiana</i> .....	35
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>36</b>
3.10 <i>DESCRIÇÃO DO TRABALHO EXPERIMENTAL</i> .....	43
<b>CAPÍTULO I – TEOR PROTÉICO E VALOR DE DIGESTIBILIDADE PROTÉICA DA FARINHA DE PENAS DE FRANGO E DE PERU EM FUNÇÃO DOS PARÂMETROS DO PROCESSO</b> .....	<b>45</b>

<b>RESUMO</b> .....	<b>46</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>47</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>48</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>49</b>
2.1 <i>MATERIAL</i> .....	49
2.2 <i>MÉTODOS</i> .....	49
2.2.1 Processamento Industrial da Farinha de penas .....	50
2.2.2 Planejamento experimental .....	51
2.2.3 Amostragem de farinha de penas.....	51
2.2.4 Determinação do teor protéico (TP).....	52
2.2.5 Determinação do valor da digestibilidade protéica (VD) .....	52
2.2.6 Análise estatística.....	53
2.2.7 Determinação das tendências das variações dos TP e dos VD em função da variáveis de processo.....	53
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>54</b>
3.1 <i>FARINHA DE PENAS MISTA (FRANGO 50% E PERU 50%)</i> .....	54
3.2 <i>FARINHA DE PENAS (100% FRANGO)</i> .....	56
3.3 <i>FARINHA DE PENAS (100% PERU)</i> .....	60
3.4 <i>TENDÊNCIAS DOS RESULTADOS EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO</i> .....	63
3.4.1 Teores protéicos em função das variáveis de processo .....	63
3.4.2 Valores de digestibilidade em função das variáveis de processo .....	65
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>68</b>
<b>CAPITULO II – INFLUÊNCIA DA ETAPA DE PRÉ-SECAGEM NO TEOR PROTÉICO E NO VALOR DE DIGESTIBILIDADE PROTÉICA DA FARINHA DE PENAS</b> .....	<b>70</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>71</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>71</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>72</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>73</b>
2.1 <i>MATERIAL</i> .....	73
2.2 <i>MÉTODOS</i> .....	74
2.2.1 Processamento Industrial da Farinha de penas .....	74

2.2.2	Amostragem de farinha de penas hidrolisadas.....	75
2.2.3	Determinação do teor protéico (TP).....	75
2.2.4	Determinação do valor de digestibilidade protéica (VD).....	75
2.2.5	Delineamento experimental.....	75
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>76</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>84</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>85</b>
	<b>CAPITULO III – AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE DIFERENTES PERCENTUAIS DE SANGUE SOBRE O TEOR PROTÉICO E o VALOR DE DIGESTIBILIDADE PROTÉICA DA FARINHA DE PENAS .....</b>	<b>87</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>88</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>88</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>89</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>90</b>
2.1	<i>MATERIAL.....</i>	<i>90</i>
2.2	<i>MÉTODOS.....</i>	<i>90</i>
2.2.1	Processamento Industrial da Farinha de penas .....	90
2.2.2	Caracterização do sangue coagulado .....	91
2.2.3	Dosagens de sangue coagulado .....	92
2.2.4	Amostragem de farinha de penas hidrolisadas com adição do sangue.....	92
2.2.5	Determinação do teor protéico (TP).....	92
2.2.6	Determinação do valor de digestibilidade protéica (VD).....	92
2.2.7	Delineamento experimental.....	93
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>93</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>101</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>101</b>
<b>6</b>	<b>TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>103</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>104</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A avicultura industrial é uma das atividades agrícolas mais desenvolvidas no mundo, impulsionada pela necessidade de utilização de algum tipo de proteína de origem animal na alimentação humana. Neste contexto, tendo em vista que a população humana passa de 7 bilhões de pessoas, a produção avícola ganha ainda mais importância. Em 2012 o Brasil ocupou a terceira colocação em produção de carne de frango, perdendo apenas para Estados Unidos e China, com mais de 12,64 milhões de ton., representando assim uma das maiores cadeias produtivas do mundo (USDA, 2013).

A utilização de ingredientes, para a alimentação das aves, alternativos ao milho e farelo de soja passou a ter importância para a indústria avícola de rações em decorrência da regulação de preço pelo mercado internacional e dos grandes volumes requeridos. Com isso, o uso de ingredientes com alto teor de proteínas, torna-se oportuno para redução dos custos das rações (BELLAVÉR, 2002b).

A formulação das rações é dependente da qualidade requerida para o produto, dos preços dos ingredientes e de sua composição, por isso, buscando-se uma redução destes custos, são desenvolvidas novas tecnologias que utilizam matérias-primas baratas para obtenção de produtos com alto teor protéico. As fontes convencionais de proteínas têm geralmente, alto valor agregado, aumentando significativamente os custos de produção, promovendo a utilização de produtos alternativos que mantenham a mesma qualidade protéica das rações, porém com custos menores (BELLAVÉR et al., 2001a).

O aumento da produção e abate de aves vem ao encontro da responsabilidade de destinação adequada dos resíduos de abatedouros. Pressionadas ainda pelas legislações e políticas ambientais e pelas oportunidades de negócio são criadas as indústrias de processamento de subprodutos de origem animal, conhecidas como “graxarias”, que processam estes resíduos transformando-os em farinhas de alto valor agregado utilizadas na composição de rações. No Brasil, os volumes globais produzidos foram de 3,5 milhões de toneladas de farinhas de subprodutos no ano de 2003 (NUNES, 2003).

Dentre os resíduos de abatedouros, encontram-se penas, vísceras, sangue, dentre outros subprodutos, que processados são transformados nos mais diversos tipos de produtos, desde cosméticos, farmacêuticos, farinhas, etc. As penas são

processadas dando origem a farinha de penas, destinadas à produção de rações animais, como frangos de corte, peixes, além de serem utilizadas na agricultura como fertilizantes agrícolas.

O aproveitamento destes subprodutos na alimentação animal demanda de maiores cuidados, pois estes materiais apresentam dificuldade na padronização de sua qualidade, devido ao processo produtivo e a origem destes resíduos. Porém, esses subprodutos são importantes nos aspectos nutricionais e econômicos da alimentação animal (BELLAYER, 2002a).

Para melhor utilização das farinhas de origem animal, é necessária uma padronização em seu processo produtivo, sendo que esta afeta diretamente os padrões de qualidade da farinha final, alterando o valor nutricional e a viabilidade de utilização desses insumos alternativos na alimentação animal. De acordo com Penz (2004), o uso de farinhas de origem animal são largamente utilizados, exigindo o desenvolvimento tecnológico e científico para melhoria dos processos e maior eficiência na obtenção de produtos de maior qualidade.

Contudo, no Brasil, um dos maiores problemas enfrentados pelas indústrias de processamento de subprodutos de origem animal, é a falta de padronização na obtenção de farinhas, podendo ser considerado um dos maiores fatores limitantes à eficiência dos processos produtivos e da qualidade final dos seus produtos (BELLAYER, 2003; BELLAYER e ZANOTTO, 2004).

Em virtude da falta de informações referentes ao processamento de subprodutos de origem animal e especificamente da produção de farinhas de penas de frango e peru, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de otimizar o processo de obtenção de farinha de penas, visando sua padronização, resultando no aumento do teor protéico e do valor de digestibilidade protéica. Para isso, foram avaliadas as variáveis de processo, tempo de hidrólise e pressão, adição de outra fonte protéica de origem animal (sangue) e a influência da etapa de pré-secagem.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Otimizar o processo de fabricação de farinha de penas, visando o aumento do teor protéico e do valor de digestibilidade.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o teor protéico e o valor de digestibilidade protéica das farinhas de penas;
- Determinar as variáveis (pressão, tempo de hidrólise, tipo de matéria-prima e tempo de pré-secagem) e os níveis que potencialmente influenciam no processo de obtenção da farinha de penas;
- Identificar os parâmetros de processamento mais adequados para as matérias-primas: penas de frango, penas de peru e penas mista (penas de frango e peru);
- Avaliar a influência da adição de diferentes percentuais de sangue sobre o teor protéico e o valor de digestibilidade protéica da farinha de penas.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Devido ao aumento da demanda de rações para a alimentação animal, a indústria depara-se com a necessidade de grandes volumes de ingredientes para sua produção, havendo poucas alternativas disponíveis para a combinação com milho e farelo de soja. As farinhas de subprodutos de origem animal surgem como alternativas economicamente viáveis e ambientalmente corretas, pois asseguram vantagens nutricionais na formulação desde que assegurada a qualidade destes produtos (BELLAVÉR, 2005).

As matérias-primas (vísceras e penas) apresentam custo relativamente baixo e são boas fontes de nutrientes quando corretamente processadas. A utilização desses subprodutos como fontes alternativas de proteínas para rações, reduzem os custos do produto final, aumentando a lucratividade do ciclo produtivo avícola e evita ainda a contaminação ambiental pelos resíduos dos abatedouros (BELLAVÉR, 2001d).

A qualidade dos subprodutos está associada a vários fatores, entre eles, as boas condições de ambiente de abate e sanidade dos animais. A aplicação de novas tecnologias na produção constitui fator relevante na melhoria da eficiência produtiva no setor de processamento de resíduos frigoríficos (ROQUE, 2002).

#### 3.1 A AVICULTURA NO BRASIL E NO MUNDO

No Brasil, a avicultura emprega mais de 3,6 milhões de pessoas, direta e indiretamente e responde por quase 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. O setor é representado por dezenas de milhares de produtores integrados, centenas de empresas beneficiadoras e dezenas de empresas exportadoras (SINDIAVIAPAR, 2013). As aves representaram 46,5% da receita cambial nacional de todas as carnes exportadas (REVISTA GRAXARIA BRASILEIRA, 2013).

A quantidade total de carne de frango produzida no mundo em 2012 foi de 82,3 milhões de ton., neste ano o Brasil foi o terceiro maior produtor, com um total de 12,6 milhões de ton., correspondendo a mais de 15%. A Figura 1 demonstra a distribuição da produção de carne de frango no mundo em 2012.

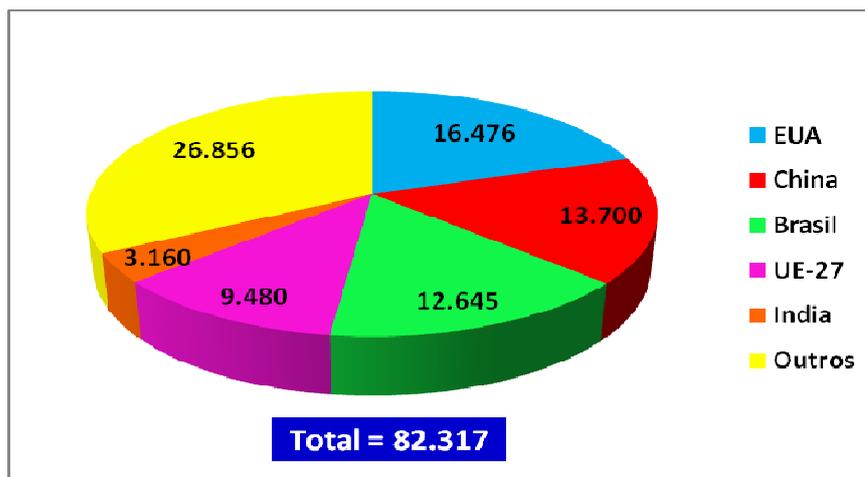


Figura 1 - Produção Mundial de Carne de Frango em 2012 (mil ton.).  
Fonte: Adaptado de USDA (2012).

No ano de 2010 foram produzidas no Brasil 337 mil ton. de carne de peru, em 2011 mais de 305 mil ton. e conforme observado na Figura 2, em 2012 a produção foi de mais de 442 mil ton., um aumento de quase 45% em relação ao ano anterior, destacando o Brasil como o 3º maior produtor mundial de peru (ABA, 2013).

Da produção brasileira de carne de peru, no ano de 2012, 81% foram comercializadas de forma *in natura* e 19% como industrializados. Sendo que do total produzido, 60% foram comercializados no mercado interno (REVISTA GRAXARIA, 2013).

Os maiores produtores de carne de peru em 2012 foram os Estados de Santa Catarina (27%), Paraná (24,71%), Minas Gerais (17,64%), Rio Grande do Sul (13,98%) e Goiás (16,68%) (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2013).

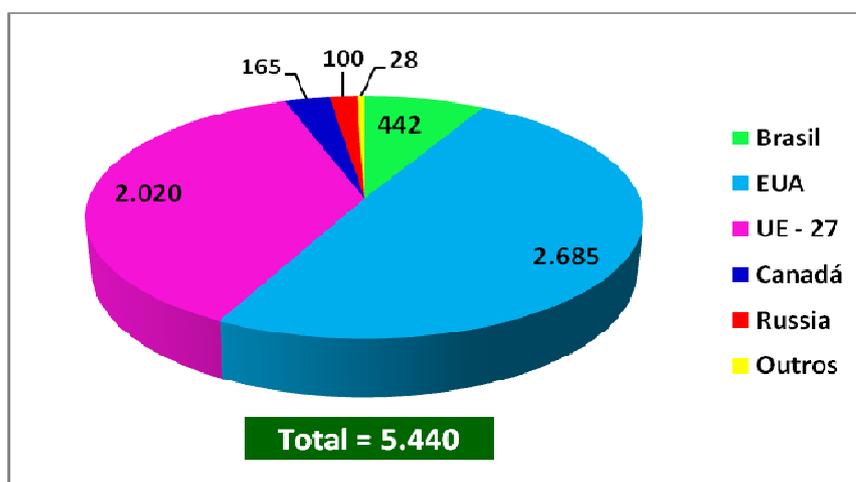


Figura 2 – Produção Mundial de Carne de Peru em 2012 (mil ton.).  
Fonte: Adaptado de Avicultura Industrial (2013).

Nas exportações, o Brasil mantém, desde 2004, a posição de maior exportador mundial, concluindo 2011 com sua produção de carne de frango embarcada para mais de 150 países (USDA, 2012).

A quantidade total de carne de frango exportada no mundo em 2012 foi de 10,3 milhões de ton., o Brasil como maior exportador contribuiu com mais de 3,9 milhões, correspondendo a mais de 38% de todas as exportações mundiais. A Figura 3 mostra a distribuição das exportações de carne de frango no mundo em 2012.

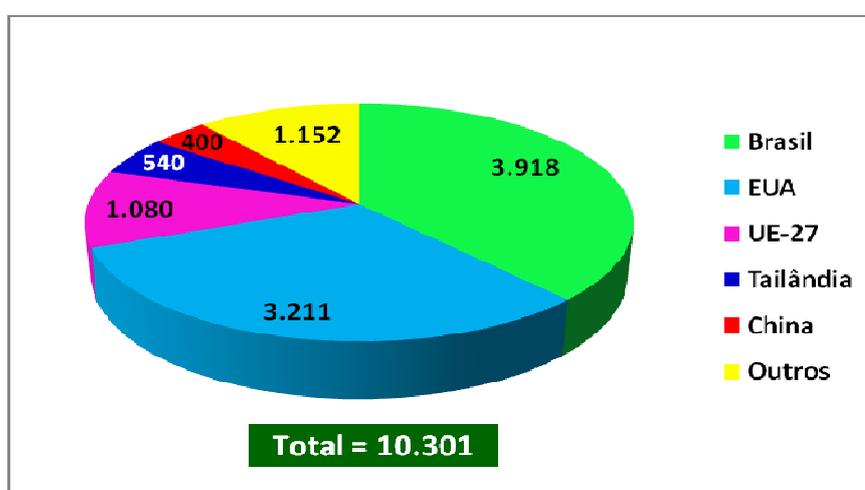


Figura 3 - Exportação Mundial de Carne de Frango em 2012 (mil ton.).  
Fonte: Adaptado de USDA (2012).

No Brasil em 2012 as exportações de carne de peru totalizaram 170 mil ton., valor que o colocou o Brasil como o segundo maior exportador mundial, com um aumento de quase 27% na comparação ao ano anterior. O maior volume de embarques foi de cortes de peru, com 102 mil ton., o principal mercado comprador foi a União Européia, com 46% do total. Na Figura 4 podem ser observados os dados mundiais de exportações de carne de peru em 2012 (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2013).

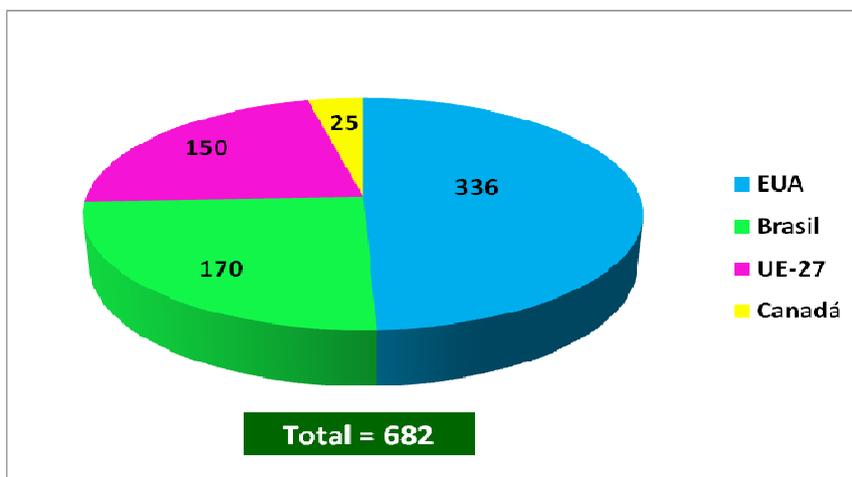


Figura 4 - Exportação Mundial de Carne de Peru em 2012 (mil ton.).  
Fonte: Adaptado de Avicultura Industrial (2013).

### 3.2 PRODUÇÃO AVÍCOLA NO PARANÁ

Segundo dados levantados pelo Sindicato das Indústrias Avícolas do Estado do Paraná (SINDIAVIPAR), o Paraná é o maior produtor brasileiro na produção de frango, estabelecendo um novo recorde com o abate de 128,75 milhões de frangos em julho de 2013, quando foram abatidas 1,7 milhões de aves a mais que em maio de 2012, quando se atingiu a marca de 127 milhões de cabeças, até então o maior volume mensal registrado no estado. Comparando a produção paranaense de carnes com junho de 2013, quando o abate atingiu a marca de 116 milhões de aves, o crescimento foi de 10,85%. Em relação a julho de 2012, o aumento chega a 15,78% (PORTAL G1, 2013).

Na Figura 5 é possível observar que o Paraná foi o estado que liderou os abates de frangos em 2012. Os outros produtores estaduais foram Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo. Na Figura 5 e na Tabela 1 é possível observar os municípios do Paraná onde se concentrou as produções mais significativas de carne de frango em 2012.

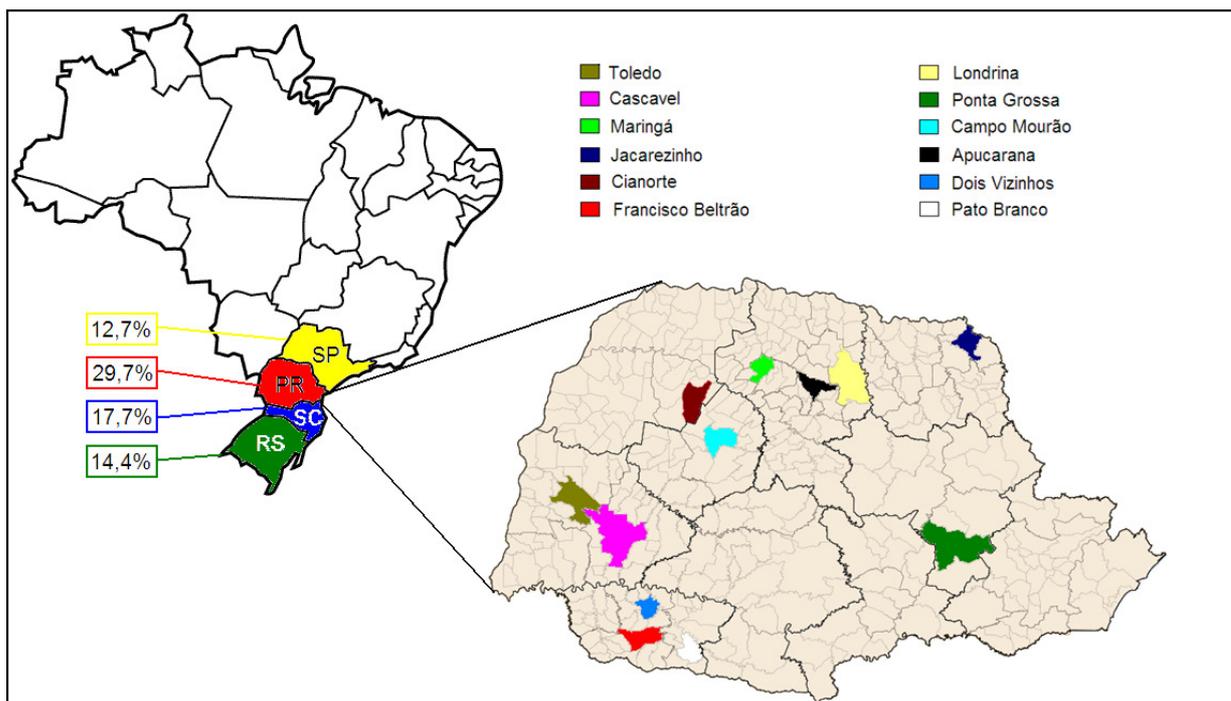


Figura 5 – Os Estados brasileiros e os municípios paranaenses que tiveram a maior produção de carne de frango em 2012.

Fonte: Autor – dados: SEAB (2012) e SINDIAVIPAR (2013).

Observa-se na Tabela 1 que do ano de 2010 a 2012 a região de Francisco Beltrão se manteve em terceiro lugar no abate de frangos, ficando atrás somente de Cascavel e Toledo. Quanto ao volume de produção de carne de frango, Francisco Beltrão ficou como o quinto e sexto maior produtor neste mesmo período.

Tabela 1 - Número de cabeças de frangos abatidas e produção de carne por região administrativa da SEAB 2010 a 2012.

Núcleo Regional	Cabeças Abatidas			Produção de carne (ton.)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Toledo	203.586.049	219.964.130	220.457.083	420.218,0	454.501,7	456.257,0
Cascavel	194.682.145	223.994.516	228.207.040	380.793,6	423.356,0	444.927,1
Maringá	85.946.273	97.788.077	97.017.726	175.004,0	201.676,6	213.439,0
Jacarezinho	89.379.409	96.644.547	105.174.969	158.719,0	173.481,2	201.840,7
Cianorte	85.954.901	87.250.959	99.197.712	149.956,5	135.359,5	191.122,8
Francisco Beltrão	121.488.855	123.858.700	133.773.300	163.283,7	168.608,0	185.958,6
Londrina	100.611.176	96.811.332	89.969.158	205.348,3	195.357,3	182.161,9
Ponta Grossa	79.303.201	117.387.291	125.124.898	89.182,9	133.917,6	145.914,2
Campo Mourão	32.806.841	45.487.732	66.437.676	68.652,9	96.302,0	139.897,0
Apucarana	61.493.524	57.984.868	56.166.140	121.503,3	119.706,3	122.324,0
Dois Vizinhos	98.030.000	103.951.800	96.664.000	112.785,0	123.033,7	113.280,3
Pato Branco	57.454.212	63.753.032	63.641.625	86.093,5	111.235,5	99.437,6

Fonte: SEAB (2012).

O Estado do Paraná é responsável por mais de 30% das exportações nacionais de carne de frango. São mais de 130 países que recebem este produto, os 10 principais destinos são países do oriente médio (Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos, Kuwait e Egito), dentre outros como China, Japão, Holanda, Hong Kong, África do Sul e Alemanha. O Estado possui 42 agroindústrias, entre abatedouros e incubatórios, integrando perto de 20 mil avicultores. Esses números fazem do Paraná o maior produtor e exportador do Brasil (DUBIELA, 2013).

Pelos dados de produção e exportação mundial de carne, a China é um dos mais importantes destinos da carne de frango brasileira. No entanto a China produz mais frangos que o Brasil e exporta muito menos. Acredita-se que este cenário esteja relacionado ao fato deste país possuir a maior população do mundo, consumindo internamente grande parte da produção de frangos.

No Paraná atuam neste setor 31 empresas (27 privadas e quatro cooperativas). Das 28 empresas credenciadas junto ao SIF do MAPA, 16 estão habilitadas para a exportação de carnes e produtos avícolas. Os incubatórios e estabelecimentos de produção de matrizes totalizam 24 empresas, das quais 17 vinculadas às integrações avícolas e sete classificadas como independentes (ELO et al., 2008).

O setor avícola do Paraná faturou US\$ 678,14 milhões em julho de 2013, exportando mais de 747 mil ton. de carne de frango, aumento de 10,74% com relação ao mês anterior. Na comparação com o mesmo mês em 2012, o crescimento chegou a 14,64% (SINDIAVIPAR, 2013).

Por outro lado a produção de carne de peru no Paraná teve uma queda de 21% no ano de 2011 quando comparada com a produção de 2010 enquanto as exportações apresentaram uma queda de 56%. Fato este ocorrido devido à decisão da Brasil Foods (atual BRF) fechar o abatedouro de perus em sua unidade industrial de Carambeí, no final de 2009. Os avicultores foram obrigados a adaptar seus aviários, desde o final de 2010, para a criação de frangos (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2013).

Do total nacional produzido de carne de peru, em 2012, que foi de 442 mil ton., o Paraná foi responsável por 24,71% dos abates. Com relação às exportações, em 2012, de carne de peru, o estado ocupou a segunda colocação, exportando mais de 41 mil ton., ficando atrás apenas do Estado de Santa Catarina com mais 43 mil ton. (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2013).

### 3.3 ORIGEM E DESTINO DOS SUBPRODUTOS DE ABATEDOUROS AVÍCOLAS

O consumo de carne de frango vem aumentando nos últimos anos devido a sua maior incorporação na dieta e também pela substituição de outras carnes, o que proporciona um aumento da produção avícola. Apesar disso, nas operações de corte e desossa das aves sobram como subprodutos, grandes quantidades de partes menos nobres, como dorsos, vísceras, pescoços, ossos da coxa, caixa torácica, penas e produtos lesionados, cujos valores alimentares e comerciais são menores, tornando-se resíduos deste processo (ROQUE, 2002).

A indústria de processamento de subprodutos frigoríficos ou fábrica de farinha e óleo de origem animal é o setor terminal de um processo industrial, responsável pelo processamento de subprodutos rejeitados nos abatedouros de aves como penas, vísceras, cabeças, pés, sangue, entre outros (PICCHI, 1994).

Os valores nutricionais das farinhas de origem animal para a alimentação de aves foram estabelecidos pela primeira vez na década de 1950. O termo farinha protéica de aves abrange toda farinha processada com subprodutos de aves, ou seja, farinha de vísceras de frango, peru ou outra origem avícola (ALDRICH et al., 2007).

Segundo Kronka & Becker (1968 *apud* SILVA, 2009) os primeiros estudos publicados sobre a utilização de subprodutos de abatedouro de aves, como fontes de proteína em rações para frangos de corte, iniciaram-se a partir da década de 60.

Poucos estudos têm sido relatados na literatura sobre as alterações na qualidade da proteína de farinha de frango para o desempenho dos animais. Uma vez que no processamento envolvendo calor e agitação mecânica a qualidade da proteína pode ser afetada, ocorrendo a destruição dos aminoácidos (ALDRICH et al., 2007).

De acordo com Nascimento et al. (2004), os subprodutos de origem animal são utilizados nas formulações de rações para aves, mas, por não haverem padronizações em seu processamento, esses subprodutos possuem variações em sua composição, sendo, importante sua avaliação periódica. Portanto, deve-se adotar o controle sistemático de matérias-primas que permita dispor desses resultados para tomada de decisões na formulação das rações (SINHORINI et al., 2009).

As farinhas protéicas de aves, devido sua alta qualidade, representam uma parcela importante nas dietas animais. A inclusão na ração é feita de 5 a 40%, dependendo do padrão de qualidade da farinha e do tipo/uso da ração fabricada (ração para aves, suíno, peixes, salmão, linha pet, etc.). Assim, alterações na

composição das proteínas podem ter efeitos profundos sobre a nutrição das aves. O processo de produção de proteína animal é uma tarefa difícil devido à diferença de composição da matéria prima e também devido à deterioração microbiana, podendo, durante a produção, o teor protéico e a digestibilidade serem afetadas (ALDRICH et al., 2007).

O teor de proteína da ração influencia a produtividade e na lucratividade da atividade avícola, portanto, é importante o fornecimento de proteínas e aminoácidos em quantidade e qualidade adequadas para o bom desenvolvimento das aves que serão alimentadas com as rações onde possuem na composição farinha de penas (ROMBOLA, 2008).

Todos os setores industriais enfrentam grandes desafios em suas linhas de produção, em busca por alto grau de qualidade, em particular na indústria de alimentos, onde os procedimentos de higienização são fundamentais para assegurar a qualidade de seus produtos finais. Quando se menciona o termo qualidade, entende-se também inocuidade, ou seja, ausência de perigos físicos, químicos e biológicos que possam ocasionar danos a saúde (GERMANO et al., 2008; BUTOLO, 2002).

### 3.4 “GRAXARIA” – O AMBIENTE DA PESQUISA

De acordo com Ferroli et al. (2000) as “graxarias” surgiram no início do século com a finalidade de promover o aproveitamento dos subprodutos gerados no abate de aves, suínos e bovinos (penas, pêlos, vísceras, cascos, etc.), que antes eram simplesmente dispostos sem tratamento algum no ambiente, e também com o objetivo de gerar alimentos de alto grau protéico para os animais. As farinhas fabricadas nas “graxarias” são incorporadas nas fábricas de rações junto aos demais componentes como farelos (milho, soja, etc.). Segundo o autor, com o aumento da procura pela carne de frango houve o aumento do número de frigoríficos de abate de aves, gerando uma elevada geração de subprodutos.

Barros (2007) relata que a indústria que recicla os resíduos de origem animal é conhecida tradicionalmente por graxarias, podendo ser independente ou integrada aos frigoríficos e abatedouros, também relata que a sua função básica é de processamento de resíduos provenientes dos frigoríficos, produzindo farinhas para rações animais.

As antigas “graxarias” hoje são denominadas de fábrica de produtos não comestíveis que são estabelecimentos que manipulam matérias-primas de resíduos de abatedouros animais, para o preparo exclusivo de produtos não destinados à alimentação humana (BRASIL, 2008).

Nos Estados Unidos e no Canadá 250 instalações processam 62 milhões de toneladas de matéria-prima diariamente, suficientes para encher 10.000 estádios de futebol por ano. Nos Estados Unidos 37% de um frango e 36% de um peru não são consumidos na alimentação humana (CAPARELLA, 2013).

Na América Latina as indústrias de “graxarias” são distribuídas em 70 plantas no Brasil, 14 no México e 10 na Argentina, representando 93% da produção desta região. Quase 80% das instalações de processamento de subprodutos são integradas com os frigoríficos, e a produção de farinhas representam 67% e o resto são gorduras (CAPARELLA, 2013).

Oliveira et al. (1990) comenta que a intensidade do odor, nas instalações de uma graxaria, está diretamente relacionada com o tempo decorrido desde o abate dos animais até o instante do processamento dos resíduos. Uma das formas de diminuir a emissão de odores no recebimento das carcaças consiste em manusear o material o mais rápido possível, utilizando-as preferencialmente até no máximo 4 horas após o abate dos animais. Quando não há possibilidade do processamento neste tempo, torna-se necessário a utilização de entrepostos processadores mais próximos.

De acordo com Picchi (1994) as quantidades de subprodutos geradas em um abatedouro são bastante expressivas considerando as seguintes porcentagens sobre o peso da ave viva: penas (7,47%), sangue (0,79%), vísceras (7,16%), condenações sanitárias (1,21%) e resíduos (0,37%).

### 3.5 USO E RENDIMENTO DAS FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL

Bellaver et al. (2001d) considera que, o não uso dos produtos de origem animal podem trazer graves consequências ambientais, econômicas e sociais, como o destino inadequado dos resíduos de abatedouros, contaminação dos recursos naturais, bem como o aumento nos custos de produção das rações, devido a necessidade do uso de componentes de maior valor agregado.

Para Penz (2005) o prejuízo mais perceptível da retirada das farinhas e gorduras de origem animal das dietas de aves é o aumento do custo de produção, na

ordem de 4 a 8%, dependendo dos valores dos ingredientes de origem vegetal e dos níveis de inclusão dos produtos de origem animal nas composições das rações.

Eyng et al. (2012) citam que as farinhas de origem animal têm sido muito utilizadas em rações para aves, sendo uma forma de transformar os subprodutos da indústria de abate, em matérias-primas de grande qualidade para as indústrias de rações. De acordo com os autores, a grande variação na composição e na qualidade das proteínas e dos aminoácidos é o maior inconveniente no uso desses produtos como ingredientes de rações animais.

Olivo et al. (2006) afirmam que os resíduos impróprios para consumo humano, gerados no processo de abate de frango, são de responsabilidade do abatedouro/frigorífico. Tais resíduos necessitam ser devidamente processados, evitando sua eliminação na natureza, como forma de garantir a segurança ambiental e a saúde da população. Os autores ressaltam ainda que a maior quantidade de resíduos gerados no abate de frangos são penas (8,5%) e vísceras (6,5%), enquanto que os demais resíduos representam quantidades ínfimas. Por essa razão, as indústrias geralmente classificam suas farinhas em apenas duas classes: farinha de penas e farinha de vísceras, ou as mesmas em suas formas mistas.

De acordo com Laboissière (2010), a estimativa da produção de subprodutos avícolas se baseia no rendimento de peso da carcaça de frangos, a partir do peso vivo, que é de aproximadamente 75%, sem absorção de chiller. Enquanto que os miúdos (coração, fígado, moela e pés) compõem cerca de 8% do peso da ave viva. Assim, para a carcaça com miúdos, o rendimento é de aproximadamente 83%. Esta informação é obtida a partir do resultado do seguinte cálculo:  $\{[(\text{Peso da carcaça} + \text{miúdos}) / \text{peso vivo}] \times 100\}$ . Ou seja, aproximadamente 17% da ave é constituída por resíduos não comestíveis.

A prática de alimentar os não-ruminantes com dietas contendo farinhas de carne, vísceras e penas como fonte de proteína, substituindo o farelo de soja (FS), é bastante comum nas empresas brasileiras de integrações, sendo que essas matérias-primas apresentam custo relativamente baixo e são boas fontes de nutrientes quando bem processadas (MOURA, 1994; PEREIRA, 1994; BRUGALLI et al., 1999; BELLAVÉR et al., 2001a; CANCHERINI et al., 2005).

Em um estudo onde houve a inclusão de 7% de farinha de vísceras de aves substituindo o farelo de soja, em dietas para frangos de corte, melhorou o desempenho no peso das aves até o 21º dia (BELLAVÉR et al., 2005).

### 3.6 PENAS

As penas são constituídas de aproximadamente 1% de gordura, 9% de água e 90% de proteínas estruturais. A farinha de penas contém alto teor de proteína bruta, porém 85% a 90% dessa proteína é a queratina, muito resistente às enzimas proteolíticas (NASCIMENTO, 2000).

De acordo com Onifade (1998) as penas de frangos são compostas basicamente por proteína, sendo utilizadas na indústria de processamento de aves para formulação de rações para animais. Considerando-se que as penas representam de 5 a 7% do peso dos frangos e que o Brasil é o terceiro produtor mundial dessa ave (USDA, 2013), a disponibilidade dessa proteína na indústria de processamento de frangos é bastante expressiva.

Segundo UNESP (2013) as penas são estruturas de queratina, originada a partir de papilas vivas da derme (origem mesodérmica). As penas das aves possuem a seguinte estrutura:

- Cálamo: é a parte do tubo transparente que fica mergulhado dentro da pele;
- Raque: é a continuação do cálamo que fica para fora da pele “eixo da pena”;
- Barbas: ramificações que saem da raque dos dois lados formando o vexilo;
- Barbelas: ramificação da barba;

A Figura 6 apresenta a estrutura completa de uma pena.

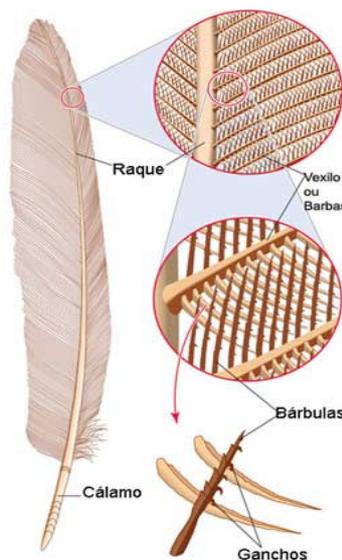


Figura 6 – Estrutura de uma pena.  
Fonte: UOL Educação Pais e Professores (2013).

Não foram encontrados na literatura dados relatando a diferença entre a composição de farinhas de penas hidrolisadas (penas submetidas á pressão por um tempo determinado) composta com penas de frango e penas de peru. Entretanto, sabe-se que, através de conhecimentos práticos de fabricação, que na obtenção de farinhas de penas hidrolisadas, compostas por penas de frango e de peru, observa-se uma grande dificuldade na padronização desses produtos, devido ao fato de que as farinhas com penas de frango possuem um maior teor protéico (aproximadamente 80%) do que as farinhas com penas de peru (aproximadamente 76%). Na Figura 7 é possível observar a diferença no tamanho entre uma pena de frango (7 cm) e uma pena de peru (29 cm).

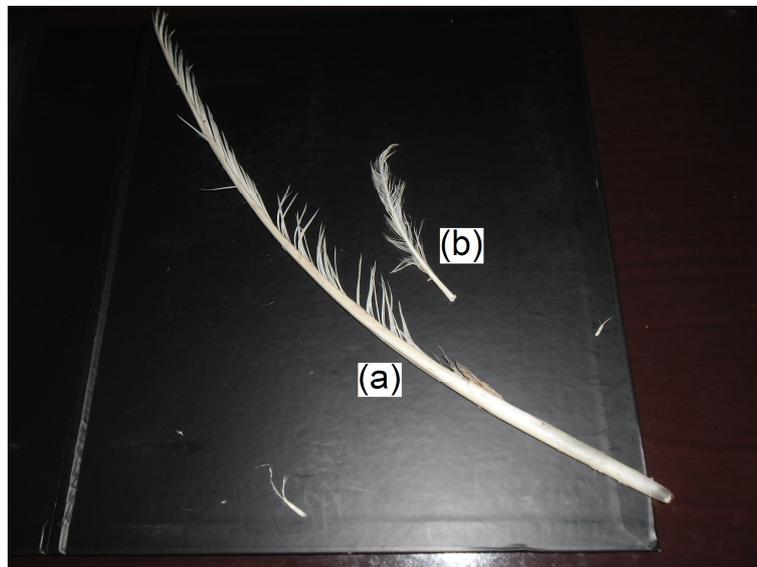


Figura 7 – Comparação entre o tamanho de uma pena de peru (a) e uma pena de frango (b).

### 3.7 QUERATINA

Segundo Yamauchi et al. (2002) a proteína da farinha de penas é composta basicamente de queratina que é uma proteína fibrosa insolúvel em água e desempenha um papel basicamente estrutural. As queratinas são polipeptídios formados por unidades de aminoácidos, com massa molar media da ordem de  $10.000 \text{ g.mol}^{-1}$ .

A principal característica que diferencia a queratina quando comparada a outras proteínas fibrosas, tais como o colágeno, a elastina e as proteínas miofibrilares, é a ocorrência de uma grande quantidade de resíduos de cisteína (SCHROOYEN et al., 2000)

Há dois tipos diferentes de queratina, tradicionalmente classificadas como “soft” (flexível) ou “hard” (resistente). O *stratum corneum*, camada mais externa das cinco que compõem a epiderme, é composta por queratinas flexíveis, com um baixo conteúdo de ligações dissulfeto, enquanto outras estruturas tais como as penas são formadas pelas queratinas resistentes, as quais possuem um alto conteúdo de ligações dissulfeto (SCHROOYEN et al., 2000; MOORE et al., 2006).

Dependendo da predominância das estruturas secundárias presentes nas cadeias das proteínas de queratinas, podem ser subdivididas em  $\alpha$ -hélices ( $\alpha$ -queratina) ou  $\beta$ -pregueadas ( $\beta$ -queratina), cada uma mostrando um padrão diferente na difração de raio-X, possibilitando um outro método de classificação das queratinas. Desta forma, as queratinas flexíveis e também as queratinas resistentes presentes em mamíferos são classificadas  $\alpha$ -queratinas, enquanto as queratinas resistentes presentes em répteis e aves são as  $\beta$ -queratinas (SCHROOYEN et al., 2001).

Segundo Martelli (2005), a queratina de diferentes partes da pena apresenta uma composição característica de aminoácidos. Esse autor cita que Harrap (1964a) em um estudo sobre a composição de aminoácidos das partes da pena, encontrou no tronco (cálamo) da pena 686  $\mu$  moles de cisteína/g enquanto nos filamentos (barbas) este valor subiu para 732  $\mu$ . Este estudo também apresenta valores de conteúdo sulfurado total de 2,47 % para a haste da pena, 2,32 % para o tronco (cálamo) e 2,85 % para os filamentos (barbas). Esse autor afirma que apesar das queratinas de penas de diferentes espécies serem relativamente homogêneas quanto ao peso molecular, elas são ao mesmo tempo heterogêneas na composição de aminoácidos, especialmente no que diz respeito à quantidade de resíduos de cada aminoácido.

De acordo com Plácido (2007), a queratina pode apresentar-se na forma tridimensional de  $\alpha$ -hélice ou folhas  $\beta$ -pregueadas, conforme esquematizado na Figura 8. Nos vertebrados, as principais epidermes tais como cabelos, penas, cascos, escamas, bicos e unhas são resultados de um processo de diferenciação de células epiteliais especializadas chamadas queratinocitos. Durante este processo, o tecido epitelial é convertido em um material inerte, fibroso, resistente e insolúvel em água, com pequenas diferenciações entre as várias espécies e que gera um ótimo revestimento de proteção externa.

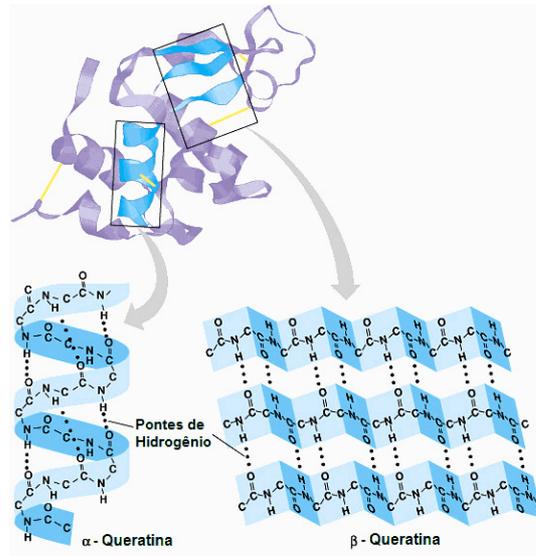


Figura 8 - Estrutura da  $\alpha$  e  $\beta$  queratina.  
Fonte: Marzzoco; Torres (1999).

A  $\alpha$ -queratina dos pêlos dos animais e do cabelo apresenta-se em  $\alpha$ -hélice e é formada pela associação de 11 unidades de protofibrilas formando microfibrilas. Essas microfibrilas cujo diâmetro é de 80  $^{\circ}$ A, aparecem em uma matriz protéica amorfa muito rica em enxofre (PLÁCIDO, 2007).

Nas  $\alpha$ -queratinas, duas ou três cadeias em  $\alpha$ -hélice associam-se lateralmente, formando longos cabos helicoidais, que, reunidos, formam fibrilas e fibras. Nestas proteínas, é freqüente a formação de pontes dissulfeto entre resíduos de cisteína de cadeias polipeptídicas ou fibrilas adjacentes, conferindo grande resistência às fibras. O padrão de distribuição dessas pontes determina o grau de ondulação do cabelo e da lã, enquanto que nas  $\beta$ -queratina, as fibras são formadas por empilhamento de folhas  $\beta$ -pregueadas (MARZZOCO e TORRES, 1999).

O conteúdo de aminoácidos sulfurados varia muito em diferentes tecidos queratinosos, em uma mesma espécie. São as pontes dissulfeto que dão à queratina uma conformação rígida e insolúvel em água (SCHROOYEN et al., 2001).

A estabilidade mecânica e a resistência à digestão proteolítica das penas são consequências do empacotamento das cadeias de proteínas nas formas de  $\alpha$  e  $\beta$  queratina (ONIFADE, 1998).

### 3.8 FARINHA DE PENAS HIDROLISADAS

A farinha de penas hidrolisadas é um produto resultante da cocção, sob pressão, de penas limpas e não decompostas, obtidas como resíduo do abate de aves. Este produto deve ser isento de materiais estranhos e microrganismos patogênicos (BRASIL, 2009). Possui, também, alto teor de proteínas brutas e, por isso, tem sido de grande interesse para a nutrição animal, sendo usado em rações, como parte da fonte protéica, porém sua proteína é de baixa qualidade.

De acordo com Branco et al. (2001) a farinha de penas é um produto rico em proteína, na sua maior parte não degradável no rúmen, e em aminoácidos sulfurados. No entanto, pesquisas têm demonstrado que, devido à sua baixa digestibilidade, a concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen pode comprometer a eficiência de síntese de proteína pelos microorganismos.

Nascimento (2000) e Branco et al. (2003) citam que a baixa digestibilidade e insolubilidade da farinha de penas têm sido atribuídas às pontes de hidrogênio, interações hidrofóbicas dentro da molécula de queratina e pontes de enxofre presentes na cistina, que contribuem para manter a maior estabilidade da proteína, quando atacada por enzimas.

A farinha de penas crua utilizada como única fonte protéica pode trazer grandes danos à criação de animais, devido à baixa disponibilidade de seus nutrientes. Dessa forma, o processamento ao qual a farinha de penas é submetida deve ser adequado para que se obtenha uma farinha de alta qualidade. A qualidade antes, durante e depois do processamento é de fundamental importância para o aproveitamento dos resíduos na confecção das farinhas. O tempo de estocagem das penas antes do processamento é um fator de grande importância, tendo em vista que, se processadas em fase de decomposição, o produto final pode prejudicar o desempenho dos animais pelo aparecimento de enterites (ROCHA e SILVA, 2004).

Para a alimentação animal, a farinha de penas deverá passar por um processamento em que as penas são hidrolisadas para tornar os seus nutrientes com maior disponibilidade aos animais, fator este diretamente ligado a qualidade deste produto. Vários são os trabalhos que avaliaram o tipo e o tempo de processamento das penas, e suas respectivas influências na qualidade final das farinhas (ROCHA e SILVA, 2004; HOLANDA, 2009).

Outro aspecto importante a ser observado é o tempo de processamento nos digestores. O processamento excessivo gera um produto com baixo teor protéico, devido às perdas dos aminoácidos sulfurados (cistina é transformada em lantionina). Contudo, um processamento insuficiente, ocasionará um processo de hidrólise incompleto das penas, que não serão digeridas pelos animais (ABÉ, 1981; ALBINO et al., 1992; FIALHO et al., 1983).

O teor de proteína e de digestibilidade dos aminoácidos das farinhas de penas, dependem basicamente da temperatura, do tempo de cocção e da secagem do material. Estes processos variam de um sistema para o outro, alterando significativamente a qualidade das farinhas de penas. A qualidade deste produto depende ainda, das proporções das matérias-primas brutas processadas, afetando significativamente a composição final do material (SILVA et al., 2000; LATSHAW, 1990).

### 3.8.1 Processos de obtenção da farinhas de penas

Segundo Plácido (2007), o alto conteúdo de aminoácidos sulfurados, particularmente cisteína, torna a queratina insolúvel em água. Portanto, as penas têm que sofrer uma hidrólise parcial (ácida ou alcalina) para que haja a degradação parcial dos filamentos de queratina, tornando-as mais solúveis e mais digeríveis. Através da hidrólise a altas temperaturas, é produzida uma farinha de penas que constitui excelente fonte de aminoácidos sulfurados na formulação de rações. As penas precisam ser processadas quimicamente e/ou fisicamente para que tenham valor agregado comercial aplicável na nutrição animal. O processo de hidrólise consiste na ruptura das ligações entre os aminoácidos que compõem a proteína/queratina, de forma a torná-la digerível.

Scapim (2003) comenta que esse processo é tradicionalmente feito em digestores com pressões e tempos variáveis, podendo oscilar de 3,5 lb/pol<sup>2</sup> durante uma hora a 15 lb/pol<sup>2</sup> durante 20 minutos. Quanto mais intenso for o processo, maior será a hidrólise e, por consequência também, mais elevada será a digestibilidade protéica da farinha para os animais.

Segundo Fonseca (1991) a hidrólise é realizada em digestores, que são equipamentos mecânicos que permitem realizar a cocção de penas. O digestor é provido de duas aberturas superiores para carregamento do material e uma abertura

inferior para descarregamento. Um processamento excessivo pode gerar um produto com baixo teor protéico, no entanto, um processamento insuficiente ocasionará uma hidrólise incompleta das penas. O excesso de umidade pode provocar o aumento de fungos e bactérias, acidificação e rancificação das farinhas de penas, fator este que pode ser controlado nos secadores. Por fim, o produto tem sua granulometria padronizada passando por um processo de moagem.

Scapim (2003) testou diversos tratamentos com diferentes tempos de cocção e de secagem das penas a uma mesma pressão. Os tempos avaliados foram de 30, 40, 50 e 60 minutos, a pressão estabilizada em  $4 \text{ kgf.cm}^{-2}$  e tempo de secagem de 75, 90, 105 e 120 minutos á uma temperatura de  $180^\circ\text{C}$ . Segundo o autor, os resultados obtidos encontram divergências comparadas a outros trabalhos, o que justifica a necessidade em padronizar as cargas, para a obtenção de produtos de maior qualidade.

Além de variação das condições de processamento das farinhas de penas, os componentes que compõem o mix dos subprodutos também podem mudar no dia a dia, semana a semana e de estação para estação. Em estudo comparando a qualidade da proteína de várias partes dos frangos, Aldrich e Daristotle (1998) relataram que o valor proteico dos osso/cartilagens (0,87% e 1,22%, respectivamente), são diferentes comparados com as cabeças, vísceras, fígado e moela (2,50%, 3,04% e 3,08% respectivamente). A qualidade da proteína destas últimas partes foi comparável aos peitorais das aves inteiras sem penas (2,88% e 3,43%, respectivamente).

### 3.9 FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DAS FARINHAS

Parson (2003) apresenta e comenta os principais aspectos que influenciam na qualidade das farinhas obtidas a partir de subprodutos de origem animal.

#### 3.9.1 Origem da matéria-prima

Cada tipo de produto de origem animal, como as farinhas e óleos, apresenta características específicas, diferindo basicamente na constituição e qualidade das matérias-primas.

### 3.9.2 Tempo entre sacrifício e processamento

É aceitável o tempo de 24 a 48 horas entre o abate de um lote e o processamento de seus subprodutos. Se este tempo for extrapolado, as oportunidades de contaminação cruzada aumentam. Além disso, o produto entra em processo de putrefação, interferindo significativamente na qualidade final do produto.

### 3.9.3 Aminas Biogênicas

O processo de formação das aminas biogênicas se inicia com a degradação da proteína, que libera aminoácidos na forma livre e se completa com a descarboxilação desses aminoácidos por ação enzimática de aminodescarboxilases bacterianas. Organolepticamente, as aminas biogênicas produzem odor fétido e por serem termoestáveis, sua presença nas farinhas é indicativo do mau estado de conservação das matérias-primas utilizadas.

Uma das aminas biogênicas é a histamina, que em doses fisiológicas, regula funções vitais como a produção de suco gástrico, entretanto, se consumida em concentrações elevadas, pode ser tóxica e causar transtornos gastrintestinais, cutâneos e neurológicos. Em aves, níveis dietéticos de histamina, de 0,4 a 0,5%, podem induzir à erosão da moela.

### 3.9.4 Tempo de estocagem

Quando o produto é submetido à estocagem, é necessário rígido controle de temperatura, umidade, roedores, insetos e de microrganismos patogênicos. Farinhas com alto teor de umidade têm grande facilidade de decomposição, aumentando a população microbiana e a acidificação do material.

### 3.9.5 Umidade

A umidade é definida como sendo a água livre remanescente nas farinhas após o processamento dos subprodutos que as compõem. Em geral, o teor de umidade das farinhas se situam entre 4% e 6 %, não devendo ultrapassar o limite máximo de 8%, considerando que para as farinhas de penas hidrolisadas o teor de umidade poderá chegar até 8%. Valores de umidade acima dos padrões podem acelerar o processo

de oxidação da gordura das farinhas depreciando seu valor nutricional, quer seja pela diluição dos nutrientes ou pelo aumento da concentração de ácidos graxos livres. Por outro lado, valores de umidade muito abaixo dos padrões (4%) podem ser indicativos do excesso de processamento das farinhas, podendo levar a desnaturação de proteínas, que tem como consequência a redução da digestibilidade dos aminoácidos. O teor de umidade afeta o valor econômico, a qualidade, a armazenabilidade e as propriedades para processamento.

### 3.9.6 Proteína Bruta, Aminoácidos e digestibilidade.

As proteínas são encontradas em abundância nos tecidos animais e conseqüentemente nas farinhas derivadas de subprodutos animais. Juntamente com os açúcares e lipídios, as proteínas constituem a alimentação básica para crescimento e manutenção da saúde dos organismos vivos.

Segundo Cancherini et al. (2001), o perfil dos aminoácidos (aa) de uma ração pode ser otimizado quando são utilizados produtos de origem animal, isto porque estes subprodutos possuem padrão de aminoácidos similar ao que o animal necessita. As farinhas animais apresentam excelente perfil de aminoácidos, constituindo-se em uma alternativa viável para uso nas formulações de rações. Considerando o mesmo nível de proteína bruta, de maneira geral, a variação do teor de aminoácidos é de 10% a 15% para fontes de proteína vegetal e de até 25% para fontes de origem animal.

Na formulação de rações é muito importante o conhecimento da digestibilidade protéica, pois essa informação conduz à melhores resultados nutricionais e também à redução da excreção de nutrientes pelos animais. Um dos métodos para predizer a qualidade protéica é através da solubilidade das proteínas de origem animal em Pepsina (digestibilidade). Esse procedimento mantém correlação com os métodos “*in vivo*”, tendo a vantagem de ser de fácil e rápida execução e de ter um custo reduzido, além de ser muito bem aceito entre os laboratórios das fábricas de rações animais (BRASIL, 2009).

### 3.9.7 Teor de cinzas

Cinza é o resíduo que se obtém após a queima de uma amostra de farinha em forno mufla. O teor de cinzas reflete o conteúdo de matéria mineral presente nas farinhas, sendo inversamente proporcional ao teor de proteína bruta. A utilização de quantidades maiores de ossos nas materiais-primas de uma farinha altera sua composição nutricional, o que se traduz também em alteração da qualidade do produto com base na qualidade da proteína aproveitada (PARSON, 2003).

### 3.9.8 Contaminação microbiana

A presença de Salmonela é um dos maiores problemas quando se trata de produtos de origem animal. Wang e Parson (1997) estimaram que aproximadamente 10% dos resíduos de origem animal utilizados para nutrição de animais nos Estados Unidos possuem microrganismos patógenos, mesmo que em pequenas concentrações.

A ação térmica, à qual os subprodutos animais são submetidos na produção de farinhas, é suficiente para eliminar contaminações por *Salmonela sp.* e outros microrganismos patogênicos presentes nas matérias-primas. Entretanto, nas fases de pós-produção, como embalagem, armazenamento e distribuição, pode ocorrer a re-contaminação das farinhas. Neste sentido, o alinhamento nos procedimentos de indústrias de subprodutos animais, em conformidade com o Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação (BRASIL, 2003), contribui para a qualidade sanitária das farinhas, prevenindo riscos de contaminação e re-contaminação.

De acordo com a legislação vigente, a Salmonela não deve estar presente em 25 gramas de amostra. Sendo uma das práticas preventivas, o controle de vetores como pássaros, roedores, insetos e, também, a manutenção de condições apropriadas de estocagem e de distribuição dessas farinhas.

## REFERÊNCIAS

ABÉ, P. T. **Avaliação Energética e Nutritiva da Farinha de Pena e sua Utilização na Alimentação de Frangos de Corte e Poedeiras**. Viçosa: UFV, 1981. 70 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 1981.

ALBINO, L. F. T; SILVA, M.A. **Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos**. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Viçosa, v. 21, p. 47-58, 1992.

ALDRICHI & DARISTOTLE. California. **Petfood and the economic impact**. Proceedings: California Animal Nutrition Conference, pp. 140-148. 1998.

ALDRICH, G.; LYONS T.P; JACQUES K.A. **USA poultry meal: quality issues and concerns in pet foods**. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries 467. 2007.

Associação Brasileira de Avicultura (ABA). **AVICULTURA INDUSTRIAL**. Disponível em: <[http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/peru-perdeu-espaco-para-o-frango-no-parana/20120222083555\\_R\\_694](http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/peru-perdeu-espaco-para-o-frango-no-parana/20120222083555_R_694)>. Acesso em: 03/10/2013.

BARROS, F. D. **Reciclagem de resíduos de origem animal: um estudo qualitativo entre processos contínuos e descontínuos e a geração de odores fugitivos**. São Caetano do Sul: IMT-CEUN, 2007. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, 2007.

BELLAVER, C. **Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações**. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas, **Anais...** Campinas: CBNA – Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001d. p. 167-190. 18 a 20 de Abril de 2001.

\_\_\_\_\_. **Uso de resíduos de origem animal na alimentação de frangos de corte**. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA 2., 2002. **Anais...** Chapecó: ACAV-EMBRAPA. p. 6-22. 2002a.

\_\_\_\_\_. **Resíduos industriais (farinhas, óleos e sebos), onde colocá-los frente às restrições de mercado?** In: Seminário Internacional da Industrialização da Carne, 4. 2002. **Anais...** Campinas: ABEF, 2002b.

\_\_\_\_\_. **Determinação da solubilidade protéica de farinhas de subproduto de aves com a pepsina em baixa concentração**. Conferência APINCO. FACTA. Campinas, p. 82, 2003.

\_\_\_\_\_. **Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e de aves**. In: 2º Simpósio Brasileiro Alltech da Indústria de Alimentação Animal. Curitiba, 2005.

BELLAVER, C. BRUM, P.A.R.; LIMA, G.M.M.; BOFF, J; KERBER, J. **Substituição Parcial do Farelo de Soja pela farinha de vísceras de aves em dietas balanceadas com base na proteína e em aminoácidos totais ou digestíveis para frango de corte.** *Revista Brasileira de Ciência Avícola.* Brazilian Journal of Poultry Science, Campinas, v. 3, n. 3, p. 233-240, 2001a.

BELLAVER, C; ZANOTTO D. L. **Parâmetros de Qualidade em Gorduras e Subprodutos Protéicos de Origem Animal.** Palestra apresentada na Conferência APINCO. Santos, 2004.

BELLAVER, C; COSTA, F. A. C; AVILA, V. S; FRAHA, M; LIMA, G, J, M, M; HACHENHAR, L; BARDIR, P. **Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte.** *Cienc. Rural* [online]. vol. 35, n.3, pp. 671-677. 2005.

BRANCO, A. F; **ALCANDE, C. R; MAIA, F. J; BRITO, D. A; GUIMARÃES, K. C; FERREIRA, R. A.** **Efeitos da fonte de proteína da dieta sobre a digestão de amido em bovinos.** *Acta Scientiarum*, p. 953-959, 2001.

BRANCO, A. F; CONEGLIAN, S. M; MOURO, G. Fernanda, SANTOS, G. T; ZEOULA, L. M; BUMBIERIS, V. H. **Farinha de penas hidrolisada em dietas de ovinos.** *Revista Brasileira de Zootecnia* [online]. v. 32, n. 6, p. 1454-1460. 2003.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 15 de 2 de outubro de 2003. Regulamento técnico sobre as condições Higiênico-Sanitárias e Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos que processam resíduos de animais destinados a alimentação animal.** Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Dipoa), Secretaria de Defesa Agropecuária (DAS), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), Brasília, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico da Inspeção Higiênico-Sanitária e Tecnológica do Processamento de Resíduos de Animais.** IN Nº 34. Brasília, 2008.

BRASIL. **Compêndio brasileiro de alimentação animal.** Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. São Paulo, 2009.

BRUGALLI, I. ALBINO, L. F. T; SILVA, D. J; GOMES, P. C; ROSTAGNO, H. S; SILVA, M. A. S. Efeito do tamanho da partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.28, n.4, p.753-757, 1999.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal.** Campinas: CBNA. p. 430. 2002.

CANCHERINI, L. C; JUNQUEIRA, O.M.; ANDREOTTI, M.O.; BARBOSA, M.J.B... **Utilização de subprodutos de origem animal em rações para frangos de corte, com base em proteína ideal, no período de 43 a 49 dias de idade.** In: Reunião

Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 38. 2001, Piracicaba, **Anais**. Piracicaba: SBZ. p. 724-725. 2001.

CANCHERINI, L. C.; JUNQUEIRA, O. M.; OLIVEIRA, M. C. **Utilização de Subprodutos de Origem Animal em Dietas Formuladas com Base em Proteína Bruta e Proteína Ideal**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 529-534, 2005.

CAPARELLA, T. Os produtos da indústria de graxaria continuam sendo ingredientes de qualidade de rações. **Revista Graxaria Brasileira – Reciclagem Animal**, São Paulo: ano 6, edição 33, p. 56-59, mai./jun. 2013.

5,7 milhões de frangos por dia no Paraná. **Revista Graxaria Brasileira – Reciclagem Animal**, São Paulo: ano 6, edição 33, p. 12, mai./jun. 2013.

DUBIELA, V. A redenção da avicultura paranaense. **Revista CREA/PR**, Curitiba, n. 78, p. 30-32, jul./ago. 2013.

ELO, C. O; SILVA, G. H; ESPERANCINI, M. S. T. Análise econômica da produção de frango de corte sob condições de risco no estado do Paraná. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 6, Dec. 2008.

Exportações de Aves e Carne Correm em Sentidos Opostos. **Revista Graxaria Brasileira – Reciclagem Animal**, São Paulo: ano 6, edição 33, p. 36-37, mai./jun. 2013.

EYNG, C; NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T; NUNES, C. G. V.; POZZA, P. C. P. **Composição química e aminoacídica e coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de penas e sangue determinados em galos cecectomizados**. Revista Brasileira de Zootecnia [online]. v. 41. Nº 1. p. 80-85. 2012.

FERROLI, P. C. M.; FIOD NETO, M.; CASAROTTO FILHO, N. and CASTRO, J. E. E. **Fábricas de subprodutos de origem animal: a importância do balanceamento das cargas dos digestores de vísceras**. Prod. [online]. v. 10, nº2. p. 05-20. 2000.

FIALHO, E. T., ALBINO, L. F. T., THIRÉ, M. C., BENETI, A. **Influência da pressão e tempo de cozimento das farinhas de penas sobre a digestibilidade de proteína e energia para suínos**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, XX, Pelotas-RS, 1983. ANAIS. Pelotas: SBZ, 1983.

FONSECA, J. B; ABÉ, P. T; SANTANA, R; ROSTAGNO, H. S. **Determinação dos valores de energia e de aminoácidos aparentemente metabolizáveis da Farinha de Penas**. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 20, n. 3,. p. 291-297. 1991.

GERMANO, P. M. L; GERMANO, M.I.S. **Qualidade das matérias-primas**. 3° ed. Barueri: Manole. p. 29-52. 2008.

HOLANDA, M. A. C. **Avaliação nutricional da farinha de penas hidrolisada na alimentação de frangos de corte.** 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

LABOISSIÈRE, M. **Digestibilidade e retenção de nutrientes em rações iniciais com farinha de penas e sangue com diferentes processamentos para frangos.** In: Conferência APINCO 2010 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2010, Santos-SP. Anais do Prêmio Lamas 2010. Campinas-SP: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2010.

LATSHAW J. D. **Quality of feather meal as affected by feather processing conditions.** Poultry Sci., Savoy, v. 69, p. 953-958, 1990.

MARTELLI, S. M; **Obtenção e Caracterização de Filmes de Queratina de penas de frango.** Florianópolis-SC: UFSC, 2005. 95p. (Dissertação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica Básica.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 360 p. 1999.

MOORE, G. R. P; MARTELLI S. M; GANDOLFO C.A; PIRES A. T.N; LAURINDO, J.B. **Queratina de penas de frango: extração, caracterização e obtenção de filmes.** Ciência e Tecnologia de Alimentos [online]. vol. 26, n. 2, p. 421-427. 2006.

MOURA, C.C. Farinha de penas e sangue em rações para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.4, p.632-641, 1994.

NASCIMENTO, A. H. **Determinação do Valor Nutritivo da Farinha de Vísceras e da Farinha de Penas para Aves, Utilizando Diferentes Metodologias.** Viçosa-MG: UFV, 2000. 106p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

NASCIMENTO, A. H. GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. **Energia metabolizável e relação energia: proteína bruta nas fases pré inicial e inicial de frangos de corte.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 33, n. 4, 2004.

NUNES, R. V. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves.** Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 103 f. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

OLIVEIRA, M. J. M. et. al. **Nota Técnica sobre tecnologia de controle: Graxarias – recuperação de resíduos animais.** NT 20. São Paulo: CETESB. p. 14. 1990.

OLIVO, R.; RABELO, R. A.; DEMARTINI, A. C. **O Mundo do Frango - Cadeia Produtiva da carne de frango.** Criciúma-SC: Imprint. p. 567-578. 2006.

ONIFADE, A. A. **A Potentials for biotechnological applications of keratin-degrading microorganisms and their enzymes for nutritional improvement of**

**feathers and other keratins as livestock feed resources.** Bioresource Technology. v. 66, p.1-11. 1998.

PARSON, C. M. **Factors affecting protein quality and amino acid digestibility of meat and bone meal and poultry byproduct meal.** In: ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, Fayetteville. **Proceedings.** Fayetteville: UARK, 2003.

PEREIRA, L.E.J. Farinha de vísceras de aves em substituição ao farelo de soja na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.6, p.930-939, 1994.

PLÁCIDO, R. G. **Extração, Caracterização e Uso da Queratina de Penas de Frango para a Obtenção de Filmes Biodegradáveis.** Florianópolis-SC, 2007. 128 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

PICCHI, V. **Graxaria – Estrutura e Operacionalização.** In: Abate e Processamento de Frangos, Ed. FACTA. p. 111-114. 1994.

PENZ, J. R. A. M. **Justificativas para o uso de proteínas e gorduras de ruminantes para a alimentação de aves e suínos.** Documento pessoal enviado ao Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. SINDIRAÇÕES, 2005.

Portal Educação UOL. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/planos-de-aula/medio/biologia-aves.htm>> Acesso em: 28 ago. 2013.

Portal G1. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pr/oeste-sudoeste/noticia/2013/08/com-128-milhoes-de-aves-parana-bate-recorde-na-producao-em-julho.html>> Acesso em: 12 ago. 2013.

Relatório Anual da União Brasileira de Avicultura, 2009. Disponível em <<http://www.uba.org.br>>. Acesso em: 20 de jun. 2012.

ROCHA T. C.; SILVA, B. A. N. **Utilização da Farinha de Penas na Alimentação de Animais Monogástricos.** Revista Eletrônica Nutritime, v. 1, n. 1, Artigo nº 5. p. 35-43, julho/agosto de 2004.

ROMBOLA, L. G; FARIA, D. E; DEPONTI, B. J; SILVA, F. H. A; FILHO, D. E. F; JUNQUEIRA, O. M. **Fontes de metionina em rações formuladas com base em aminoácidos totais ou digestíveis para frangos de reposição leves e semipesadas.** *R. Bras. Zootec.* [online]. vol. 37. Nº 11. p. 1990-1995. 2008.

ROQUE, V. F. **Avaliação do Aproveitamento de Resíduos em indústrias de Carne de frango.** In: XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002, Porto Alegre. ANAIS do Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002.

SEAB – SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ / Departamento de Economia Rural. **Paraná:** perfil da produção de frangos de corte. Curitiba, 2012. Disponível em: <

[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Tab\\_prod\\_corte .pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Tab_prod_corte .pdf)>. Acesso em: 30 out. 2013.

SCAPIM, M. R. S. **Avaliação nutricional da farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetidos a diferentes tratamentos térmicos.** Acta Scientiarum. Animal Sciences. Maringá, v. 25, n. 1, p. 91-98, 2003.

SILVA, E. P. **Avaliação nutricional de farinhas de vísceras de aves e a utilização em rações de frangos de corte.** 2009. 135 p. Dissertação (Mestrado em nutrição de não ruminantes) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SILVA, J. H. V.; MUKAMI, F.; ALBINO, L. F. T. **Uso de rações à base de aminoácidos digestíveis para poedeiras.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 5, p. 1446-1451, 2000.

SINHORINI, M. R; AGUIAR, W; PIASSON A.; VIVIAM, F.: DALMORA, J. V.; **Manual de Boas Práticas de Fabricação de Farinhas e Óleos de Origem Animal.** 1. ed. Enéas Marques, 253 p. 2009.

SINDIAVIAPAR - Sindicato das Indústrias de Produtos Avícolas do Estado do Paraná. Disponível em: <<http://www.sindiavipar.com.br/index.php>> Acesso em: 12 ago. 2013.

UBA - União Brasileira de Avicultura, 2012. Disponível em: <[http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/producao\\_brasileira\\_de\\_carne\\_de\\_fran-go](http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/producao_brasileira_de_carne_de_fran-go)> Acesso em: 19 set. 2013.

UBA - União Brasileira de Avicultura, 2012. Disponível em: <[http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/producao\\_mundial\\_carne\\_fran-go\\_2012](http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/producao_mundial_carne_fran-go_2012)> Acesso em: 19 set. 2013.

UBA - União Brasileira de Avicultura, 2012. Disponível em: <[http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/exportacao\\_mundial\\_carne\\_fran-go\\_2012](http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/exportacao_mundial_carne_fran-go_2012)> Acesso em: 19 ago. 2013.

UBA - União Brasileira de Avicultura, 2012. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/>> Acesso em: 01 set. 2013.

UNESP - Instituto de Biociências. Disponível em: <[http://www2.ibb.unesp.br/Museu\\_Escola/Ensino\\_Fundamental/Animais\\_JD\\_Botanico/aves/aves\\_biologia\\_geral\\_penas.htma](http://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/Ensino_Fundamental/Animais_JD_Botanico/aves/aves_biologia_geral_penas.htma)> Acesso em: 28 ago. 2013.

USDA - United States Department of Agriculture. Disponível em: <<http://www.usdabrazil.org.br/portugues/reports.asp>> Acesso em: 12 ago. 2013.

Secretaria da Agricultura e Abastecimento (SEAB), 2013. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Tab\\_prod\\_corte.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Tab_prod_corte.pdf) acesso em: 02 Nov. 2013.

SCHROOYEN, P. M. M.; DIJKSTRA, P. J.; OBERTHÜR, R.; BANTJES, A.; FEIJEN, J. **Partially carboxymethylated feather keratins. 1. properties in aqueous systems.** Journal Agricultural Food Chemical, v. 48, p. 4326-4334, 2000.

SCHROOYEN, P. M. M; DIJKSTRA, P.J; OBERTHÜR, R.C; BANTJES, A; FEIJEN, J. **Carboxymethylated feather keratins. 2. Thermal and mechanical properties of films.** Journal of Agricultural and Food Chemistry. v. 49, p. 221-230, 2001.

WANG, X; PARSON, C. M. **Effect of processing systems on protein quality of feather meal and hog hair meals. Poultry Sci.** Department of Animal Sciences, University of Illinois, Urbana, Illinois 6180. 76: 491-496, 1997.

YAMAUCHI, A.; YAMAUCHI, K. **Formation and properties of wool keratin films and coatings.** In: Protein-Based Films and Coatings. CRC Press, p. 253-273, 2002.

### 3.10 DESCRIÇÃO DO TRABALHO EXPERIMENTAL

A descrição experimental deste trabalho está dividida em três capítulos, conforme apresentada na Figura 9.

O primeiro capítulo refere-se à avaliação da variabilidade do teor protéico (TP) e do valor de digestibilidade (VD) da farinha de penas com três composições de materiais-primas (MP), a primeira contendo somente penas de frango, a segunda composta por 50% penas de frango e 50% penas de peru e a terceira contendo 100% penas de peru. As variáveis avaliadas foram diferentes tempos de hidrólise, variando de 10 a 60 minutos e a pressão de cocção, variando de 2,0 a 4,5 kgf.cm<sup>-2</sup>. Tais composições foram motivadas devido a um problema prático encontrado na indústria de subprodutos frigoríficos que é a obtenção de farinha de penas contendo penas de frango e penas de peru, dificultando a padronização do processo, devido a diferença entre as penas, para obtenção de um produto com qualidade mínima exigida.

No segundo capítulo foi avaliada a influência do tempo de pré-secagem no digestor, sendo de 40, 50 e 60 minutos, em diferentes tempos de hidrólise de 20, 30 e 40 minutos e pressões de 2,5, 3,0 e 3,5 kgf.cm<sup>-2</sup>, no TP e no VD da farinha de penas com três composições de MP, sendo a primeira somente com penas de frango, a segunda contendo 50% penas de frango e 50% penas de peru e a terceira contendo 100% de penas de peru. Esta pesquisa foi desenvolvida devido um problema existente na produção de farinha de penas, acarretando na redução do TP e no VD na etapa de secagem, pois o ar quente, que entra em contato com a farinha, é proveniente diretamente de fornalhas.

No terceiro e último capítulo, foi avaliada a influência da adição de sangue coagulado, em diferentes percentuais de 10, 15 e 20%, como fonte protéica, nas penas. As variáveis avaliadas foram: pressão de 2,00, 2,25 e 2,50 kgf.cm<sup>-2</sup>, tempo de hidrólise de 20, 30 e 40 minutos e três composições de matéria-prima, 100% penas de frango, 50% penas de frango e 50% de penas de peru e 100% de penas de peru, a variável tempo de pré-secagem não foi avaliada, fixou-se o tempo de 60 minutos. Esta pesquisa objetivou a obtenção de farinhas de penas com elevados TP e VD.

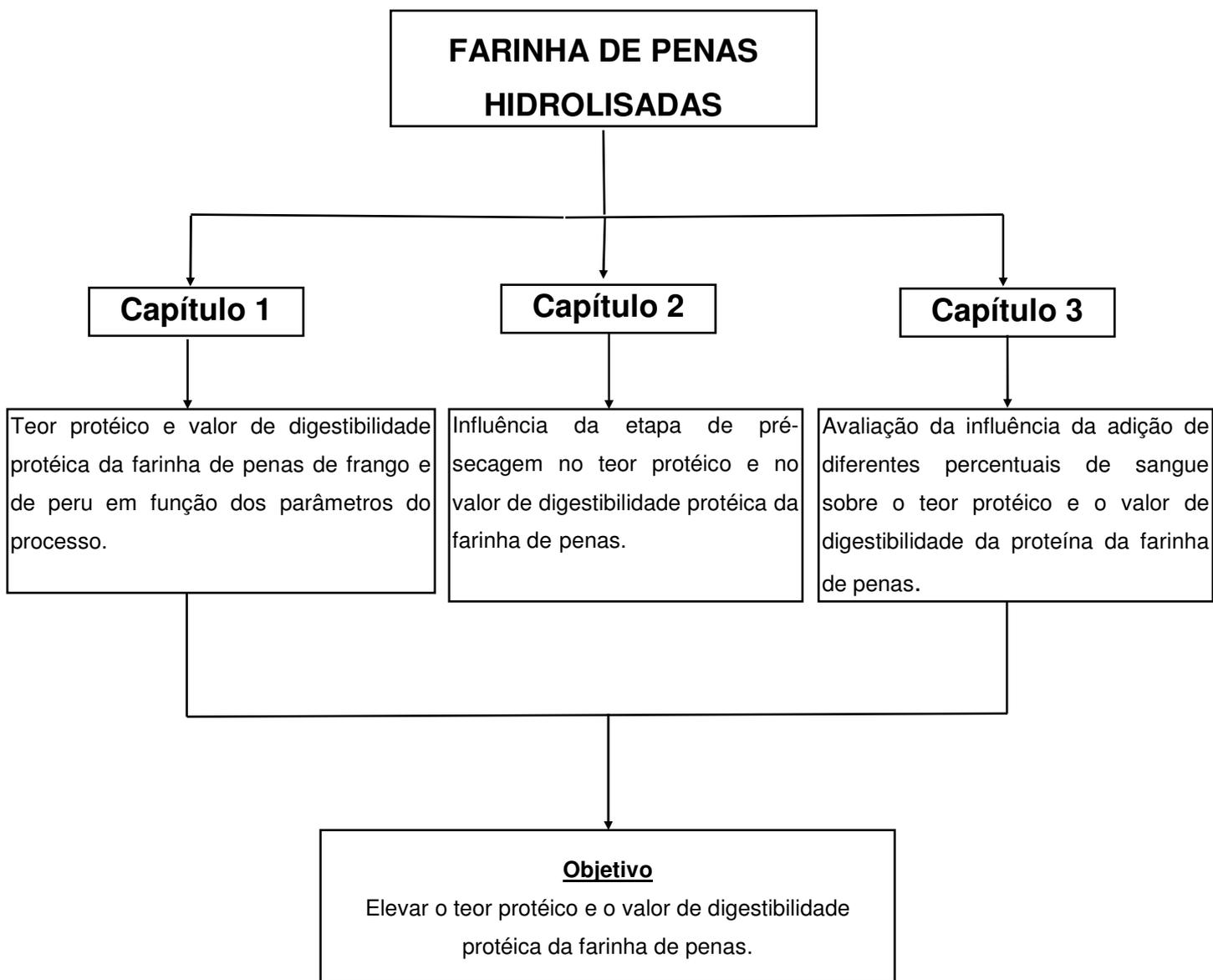


Figura 9 – Descrição do trabalho experimental visando o aumento do teor protéico e do valor de digestibilidade protéica.

**CAPÍTULO I – TEOR PROTÉICO E VALOR DE DIGESTIBILIDADE PROTÉICA  
DA FARINHA DE PENAS DE FRANGO E DE PERU EM FUNÇÃO DOS  
PARÂMETROS DO PROCESSO**

## RESUMO

Com o grande crescimento demográfico humano, cresce também a necessidade do aumento na produção de alimentos, uma das consequências deste processo é a geração de grande quantidade de “resíduos”. A origem biológica dos resíduos permite seu aproveitamento, sendo que, a qualidade nutricional dos produtos gerados, depende de diversos fatores atrelados ao processamento industrial, como o tempo de hidrólise e pressão. O presente estudo surgiu objetivando a padronização dos processos industriais para produção de farinhas de penas, visando o aumento do teor protéico (TP) e do valor de digestibilidade (VD). Foram avaliados os TP e VD de três composições de farinhas de penas, 100% penas de frango, 100% penas de peru e a mista (50% de penas de frango + 50% de penas de peru), submetidas a diferentes condições de tempo de hidrólise e pressão. Através do tratamento estatístico foi possível verificar que, tanto a variável pressão como a variável tempo de hidrólise influenciaram as variáveis, no entanto, para a maioria dos ensaios os tempos extremos de hidrólise, 10 e 60 minutos, não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre si. No processo de obtenção da farinha mista os resultados mais favoráveis de TP e VD, foram respectivamente 80,29% e 40,62%, obtidos com 40 minutos de hidrólise e pressão de 2,5 kgf.cm<sup>-2</sup>. Para a farinha com 100% de penas de frango, o TP mais elevado foi de 83,44% e o VD de 43,72%, obtidos com 40 minutos de hidrólise e pressão de 2 kgf.cm<sup>-2</sup>. No processamento com 100% de penas de peru, o valor mais elevado de TP foi de 78,41% e um VD de 38,25% obtidos com 30 min. de hidrólise e uma pressão de 4,5 kgf.cm<sup>-2</sup>. Diante dos resultados obtidos, verificou-se que, é muito difícil padronizar o processo de obtenção de farinha de penas contendo penas de peru e penas de frango, pois as variáveis de processo, pressão e tempo de hidrólise, diferem entre as matérias-primas. Observou-se neste estudo que a melhor fonte protéica para compor as rações animais, foi a farinha de penas composta por 100% penas de frango, estando a mesma com o TP e o VD nos padrões recomendados pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação animal.

Palavras chave: Farinha de penas. Proteína. Digestibilidade. Variáveis do processo.

## ABSTRACT

With the large growth human population, so too does the need for increased food production, one of the consequences of this process is the generation of large amount of "waste". The biological waste permits its use, and the nutritional quality of the products generated, depends on several factors linked to the industrial processing, as the hydrolysis time and pressure. The present study appeared aimed at standardization of industrial processes for the production of feather meal, in order to increase the protein content (PC) and digestibility value (DV). We evaluated the PC and DV three compositions of feather meal, 100 % chicken feathers, 100 % turkey feathers and mixed (50 % Chicken feather and 50 % of turkey feathers), under different conditions of time hydrolysis and pressure. Through statistical analysis it was possible to verify that both a variable pressure as a variable influenced hydrolysis time variables, however, for most extreme testing times hydrolysis, 10 and 60 minutes showed no significant differences ( $p < 0,05$ ) between them. In the process of obtaining the mixed flour the most favorable results for TP and RV were respectively 80,29 and 40,62%, obtained with 40 minutes hydrolysis and pressure of  $2,5 \text{ kgf.cm}^{-2}$ . To the flour with 100% chicken feathers, higher PC was of 83,44% and 43,72% DV obtained with 40 minutes hydrolysis and second pressure  $\text{kgf.cm}^{-2}$ . Processing with 100% turkey feathers, the highest value of PC was 78,41% and an DV of 38,25% obtained at 30 min. hydrolysis and a pressure of  $4.5 \text{ kgf.cm}^{-2}$ . Based on these results, it was found that it is very difficult to standardize the process of obtaining feather meal containing turkey feathers and chicken feathers as the process variables, pressure, and time of hydrolysis differs among the raw materials. Observed in this study that the best protein source for animal feed composing, feather meal was composed of 100% chicken feathers, being the same with PC and VD standards recommended by the Compendium Brazilian Animal Feed.

Keywords: Feather meal. Protein. Digestibility. Process variables.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria brasileira de processamento de subprodutos de origem animal é uma aliada, no que diz respeito à manutenção da qualidade ambiental, uma vez que a cada ano são processados cerca de 4,25 milhões de toneladas destes materiais, com tendência de aumento devido ao crescimento da produção de carne de aves. Essas matérias-primas são transformadas em produtos de alto valor agregado, chegando a um faturamento de R\$ 2 bilhões/ano, com aplicações na fabricação de rações, sabões, tintas, cosméticos, explosivos (ex.: glicerina e TNT), farmacêuticos, couro, têxteis, lubrificantes entre outros produtos de uso alternativo (BELLAVÉR e ZANOTTO, 2004).

Algumas proteínas vêm despertando o interesse para a elaboração de biofilmes destinados a fabricação de embalagens biodegradáveis e outros materiais, entre as quais se destaca a queratina de penas de frango, extraída através de agentes redutores e surfactantes, seu uso é viável, pois apresenta elevado rendimento percentual (94% em relação à massa seca das penas), além de apresentar a mesma estabilidade térmica que a queratina das penas de frango (MOORE et al., 2006).

Em 2009, mais de 4,55 bilhões de aves foram abatidas com supervisão do Serviço de Inspeção Federal (SIF). No processamento dessas carcaças que são comercializadas no mercado interno e externo, supõe-se que uma massa residual não comercializada convertida em subprodutos de abatedouros, em torno de 1.070.317 ton., são processadas em “graxarias” e convertidas em cerca de 382.691 ton. de farinha de vísceras, 372.001 ton. de farinha de penas e 315.625 ton. de óleo de vísceras de aves (UBA, 2009).

Segundo Olivo et al. (2006) estima-se que no Brasil, os subprodutos oriundos do processamento de frangos, geram cerca de R\$ 450 milhões ao ano para a economia, constituindo-se em importante atividade financeira da cadeia produtiva avícola.

De acordo com Cancherini et al. (2005) a proteína é um dos componentes mais caros da dieta de frangos de corte e pode afetar o desempenho e os custos do produto final. Segundo os autores, durante muitos anos, a formulação de rações para aves esteve baseada na proteína bruta, resultando em rações com conteúdo de aminoácidos, superiores às exigências dos animais. Com a disponibilidade econômica

dos aminoácidos industriais, as dietas passaram a ser formuladas com níveis inferiores de proteína e níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades do animal, porém são mantidos ainda altos níveis de proteína. O conceito de proteína ideal se torna interessante quando se consideram ingredientes não convencionais como os subprodutos de origem animal.

Um dos mais importantes e ricos materiais protéicos, obtidos a partir de subprodutos de frigoríficos, são as farinhas de penas hidrolisadas, obtidas a partir da cocção e sob pressão, de penas limpas e não decompostas, geradas no abate de aves, sendo permitida a adição de sangue desde que não altere significativamente a sua composição (BRASIL, 2009). No Brasil a produção de farinha de penas hidrolisada (FPH) é estimada em 680 mil ton. ao ano. Esta produção é oriunda do abate industrial de 8,5 bilhões de frangos de corte, pois cada frango abatido gera cerca de 80 g. de penas (HOLANDA, 2009).

De acordo com Silva et al. (2000) a qualidade da proteína da farinha de penas e a digestibilidade dos aminoácidos dependem basicamente do tempo de cocção e da secagem, que variam de um sistema de processamento para outro, assim como da proporção das matérias brutas de qualidades variadas, afetando a composição do produto final.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade do teor protéico e do valor de digestibilidade de farinha de penas com 100% de penas de frango, 100% de penas de peru, e a farinha mista, composta por 50% de penas de frango e 50% de penas de peru, em função dos parâmetros tempo de hidrólise e pressão de processamento.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 MATERIAL**

A produção de farinhas de penas foi realizada por uma empresa situada no Sudoeste do Paraná. Todos os reagentes utilizados para os ensaios de proteína foram de grau analítico (P.A.).

### **2.2 MÉTODOS**

### 2.2.1 Processamento Industrial da Farinha de penas

As penas foram processadas em um digestor (tipo cilíndrico, com camisa de vapor, provido de equipamento de controle de pressão – Marca: Prestatti – Modelo: DDP 13000. N° 3013-09 série 01 – Capacidade: 6.750 litros) que trabalhou em batelada. O processo de cocção (pressão e vapor) das penas ocorreu em 35 min. a uma pressão de  $2,0 \text{ kgf.cm}^{-2}$ . Em seguida houve a etapa de pré-secagem no digestor por 20 min. Descarregadas em um percolador seguiram por uma rosca helicoidal até um secador primário rotativo (Marca: Prestatti. Modelo SPF 3000. N° 0029-10. Série: 01 – Capacidade 30000 kg/batelada), onde a temperatura atingiu em média  $120 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na sequência, seguem para um secador secundário rotativo (Marca Prestatti – Modelo: SRP 5000. N° 260-05 - capacidade: 2500 kg/hora), atingindo uma temperatura máxima de  $100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na última etapa do processo ocorreu a moagem das penas em um moinho de martelos (Marca: Prestatti – capacidade: 4000 kg/hora). O processo geral pode ser visualizado na Figura A1.

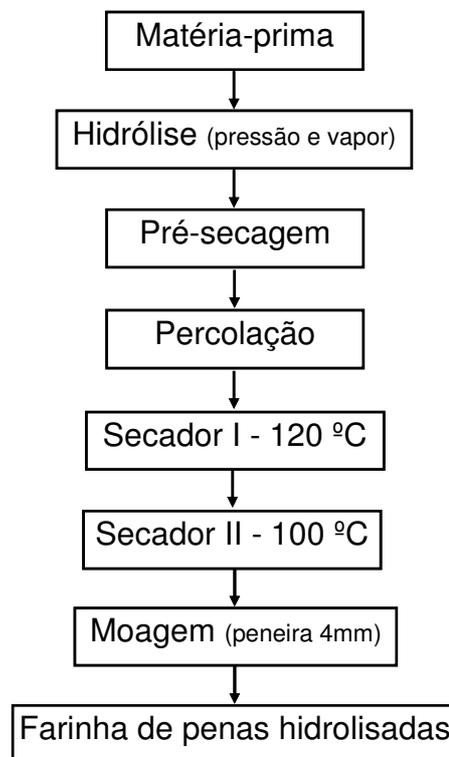


Figura A1 – Fluxograma de produção das farinhas de penas hidrolisadas.

### 2.2.2 Planejamento experimental

Para avaliar as diferenças entre as médias dos teores de proteína e valores de digestibilidade protéica das farinhas de penas hidrolisadas aplicou-se o teste de Tukey á 95%. As variáveis independentes foram pressão ( $\text{kgf.cm}^{-2}$ ) e tempo de hidrólise (min.) e as variáveis dependentes foram teor protéico e valor de digestibilidade protéica. A Tabela A1 apresenta os seis (6) diferentes níveis de pressão e tempos de hidrólise para a produção de farinha de penas.

Tabela A1 – Variáveis e níveis empregados para a produção de farinhas de penas.

Variáveis	Níveis					
Pressão ( $\text{kgf.cm}^{-2}$ )	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Tempo de Hidrólise (min.)	10	20	30	40	50	60

Para a produção de farinhas de penas foram utilizadas três composições diferentes de matérias-primas: 100% penas de frango; 100% penas de peru e 50% penas de peru e 50% penas de frango. A influência dos parâmetros de processo e matérias-primas foi avaliada por meio da determinação dos TP e dos VD das farinhas de penas analisadas.

### 2.2.3 Amostragem de farinha de penas

As amostragens das farinhas de penas foram realizadas diretamente nos “*big bags*” com capacidade de 1500 kg, após a embalagem do produto obtido de uma batelada, das farinhas submetidas às condições propostas por este estudo, através de uma sonda de mão, conhecida como calador (Figura A2), retirou-se cerca de 50 g de farinha, procedimento repetido 10 vezes em vários lugares do bag, até conseguir um montante de 500 g., para obtenção de uma amostra composta. A redução da amostra foi feita através do método de quarteamento. O resultado final desse processo de amostragem gerou uma amostra laboratorial de 75 g. (BRASIL, 2009).



Figura A2 – Calador utilizado para fazer coleta de farinhas.

#### 2.2.4 Determinação do teor protéico (TP)

O TP foi determinado de acordo com o método de Kjeldhal, preconizado pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (BRASIL, 2009), utilizando-se, para isso, os equipamentos: Bloco digestor da marca Marconi - Modelo MA – 851/5; destilador de nitrogênio da marca Marconi – Modelo MA-036; e um neutralizador de gases da marca Marconi – Modelo MA-056/053.

#### 2.2.5 Determinação do valor da digestibilidade protéica (VD)

Esse procedimento é aplicável a fontes protéicas de origem animal e vegetal, tendo como objetivo quantificar “*in vitro*” a solubilidade em pepsina da fração protéica de amostras e produtos e subprodutos de origem animal. Pesou-se 1,00 g da amostra de farinha de penas (Erlenmeyer 250 mL) e adicionou-se 75 mL da solução de pepsina (0,02%). O conteúdo foi homogeneizado, tampado e incubado por 16 horas a 45 °C, com agitação rotativa leve, em estufa agitador tipo Wagner. Transferiu-se o conteúdo do frasco de incubação para um tubo de centrifuga e centrifugou-se por 10 min. O sobrenadante foi filtrado (papel filtro qualitativo) em um béquer plástico - 100 mL. Transferiu-se uma alíquota (15 ml) do extrato filtrado para um tubo macro Kjeldahl. Após seguiu-se o procedimento de determinação protéica – método Kjeldahl. Os cálculos para o percentual de proteína bruta no sobrenadante e digestibilidade estão apresentados nas equações 1 e 2, respectivamente.

Cálculos:

$$\text{PBA (\%)} = \frac{[(V_1 \times Fc_1 \times M_1) - (V_2 \times Fc_2 \times M_2)] \times 6,25 \times 14 \times 100}{P} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

PBA = % de proteína bruta no sobrenadante da amostra;

$V_1$  = Volume de NaOH 0,2M gasto na titulação, em mL;

$Fc_1$  = Fator de correção do NaOH 0,2M;

$V_2$  = Volume de  $H_2SO_4$  0,1M gasto na titulação, em mL;

$Fc_2$  = Fator de correção do  $H_2SO_4$  0,1M;

$M_1$  = Molaridade da solução de NaOH;

$M_2$  = Molaridade da solução de  $H_2SO_4$ ;

6,25 = Fator de transformação do N em proteína;

14 = Massa molar do N;

P = Peso da amostra na alíquota, em mg (1,00g/75mLx15mL).

Digestibilidade em pepsina:

$$\text{Dig. Pepsina} = \frac{\text{PBA} \times 100}{\text{PB}} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

PBA = % proteína bruta no sobrenadante da amostra.

PB = % proteína bruta da amostra.

Os ensaios do VD em pepsina foram realizados em laboratório terceirizado. A metodologia adotada para a execução dos ensaios seguiu a descrição do SINDIRAÇÕES. Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 2009.

#### 2.2.6 Análise estatística

Para a avaliação das diferenças entre as médias dos TP e VD das farinhas de penas hidrolisadas aplicou-se o teste de Tukey á 95% de confiança por intermédio do programa Estatística para Windows 7.0 (STATSOFT, 2004). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

#### 2.2.7 Determinação das tendências das variações dos TP e dos VD em função da variáveis de processo

As tendências de variações dos TP e dos VD em função da variável tempo de hidrólise foram realizadas fazendo-se a média de todas as pressões para cada tempo, objetivando a avaliação da influência da variável tempo nas variáveis respostas. Enquanto que, as tendências de variações dos TP e dos VD em função da variável pressão foram realizadas, fazendo-se a média de todos os tempos para cada pressão, como objetivo de avaliar a influência da variável pressão nas variáveis respostas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 FARINHA DE PENAS MISTA (FRANGO 50% E PERU 50%)

A obtenção de maiores teores protéicos e maiores valores de digestibilidade protéica no processamento de farinha de penas são fundamentais para viabilizar sua inclusão como potencial fonte protéicas na ração. Os dados referentes aos VD e TP da farinha de penas mista encontram-se nas Tabelas A2 e A3.

Tabela A2 – Teor protéico da farinha mista de penas (50% frango e 50% peru).

Pressão (kgf.cm <sup>-2</sup> )	Tempo (min.)					
	10	20	30	40	50	60
2,0	69,40 <sup>bB</sup> ±0,51	75,58 <sup>cA</sup> ±0,51	78,52 <sup>dB</sup> ±0,01	79,11 <sup>eB</sup> ±0,51	77,05 <sup>aA</sup> ±0,51	74,11 <sup>aD</sup> ±0,01
2,5	72,93 <sup>abA</sup> ±0,51	74,11 <sup>bB</sup> ±0,88	77,34 <sup>cA</sup> ±0,51	80,29 <sup>dB</sup> ±0,88	76,46 <sup>cA</sup> ±0,51	72,35 <sup>aC</sup> ±0,01
3,0	73,23 <sup>bA</sup> ±0,01	75,58 <sup>aA</sup> ±0,51	76,46 <sup>aA</sup> ±0,51	76,17 <sup>aA</sup> ±0,51	75,88 <sup>aA</sup> ±0,01	74,24 <sup>bC</sup> ±0,51
3,5	72,35 <sup>aA</sup> ±0,01	73,52 <sup>ab</sup> ±0,51	76,17 <sup>bA</sup> ±0,51	76,76 <sup>bA</sup> ±0,01	72,93 <sup>ab</sup> ±0,51	70,58 <sup>cB</sup> ±0,89
4,0	75,58 <sup>bC</sup> ±0,51	76,76 <sup>cA</sup> ±0,01	77,34 <sup>cA</sup> ±0,51	75,25 <sup>abA</sup> ±0,51	74,4 <sup>aC</sup> ±0,51	69,70 <sup>dAB</sup> ±0,01
4,5	73,19 <sup>bA</sup> ±0,94	75,29 <sup>aC</sup> ±1,02	76,76 <sup>aA</sup> ±0,01	75,17 <sup>aA</sup> ±0,51	71,76 <sup>bB</sup> ±0,51	68,82 <sup>cA</sup> ±0,01

Todos os resultados são apresentados em % e representam os valores médios referentes a três determinações. Médias indicadas por letras iguais (minúsculas) não diferem entre si ( $p < 0,05$ ), pelo Tukey, na comparação de diferentes tempos de hidrólise (linha). Médias indicadas por letras iguais (maiúsculas) não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo Tukey, na comparação de diferentes pressões (coluna).

O maior TP obtido para a farinha mista foi de 80,29%, através de 2,5 kgf.cm<sup>-2</sup> de pressão e tempo de hidrólise de 40 min. Verifica-se na Tabela A2, que nas pressões de 2,5 e 3,0 kgf.cm<sup>-2</sup> os tempos extremos, 10 e 60 min. não diferiram entre si, isso implica em dizer que, para o processo fazendo uso dessas pressões necessita-se de um tempo intermediário para obtenção de maiores TP, visto que, tanto um tempo mínimo de processamento como um tempo máximo não influenciaram na variável. Também observou-se que houve um aumento no TP da

farinha de penas quando o tempo de hidrólise foi elevado até a faixa de 30 a 40 minuto. Neste mesmo contexto, Rocha e Silva (2004) observaram que o tempo de processamento nos digestores é muito importante para a qualidade protéica da farinha de penas, uma vez que, um processamento excessivo pode gerar um produto com baixo TP, devido às perdas dos aa sulfurados, na transformação da cistina em lantionina, e um processamento insuficiente ocasionará uma hidrólise incompleta das penas, que não serão digeridas pelos animais.

Porém, esta interpretação não se aplica para a variável pressão, pois, para todos os ensaios, a pressão mínima e máxima diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si. Fator este que pode estar relacionado à variação de temperatura, devido ao aumento da pressão. Eynng et al. (2012) avaliaram que a disponibilidade dos aa pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles, a pressão utilizada no processamento da farinha de penas. Pérez-Calvo (2010) também atribui a variabilidade dos resultados protéicos das farinhas de penas devido as diferenças nas condições de processamento e entre elas a pressão utilizada.

Considerando o VD (Tabela A3), verifica-se que, o valor mais expressivo foi de 40,62%, obtido com 2,5 kgf.cm<sup>-2</sup> de pressão com um tempo de hidrólise de 40 min. Observa-se que, em todos os tempos analisados, os processos utilizando as pressões de 2,5 e 4,5 kgf.cm<sup>-2</sup> diferiram entre si para o VD. Fato também observado para o processo realizado com o tempo de 20 min. de hidrólise, onde houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para todos os ensaios fazendo uso das 6 (seis) pressões analisadas. Enquanto que, para o tempo de 60 min., somente houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os resultados para a pressão máxima aplicada (4,5 kgf.cm<sup>-2</sup>).

Tabela A3 – Valor de digestibilidade da farinha mista de penas (50% frango e 50% peru).

Pressão (kgf.cm <sup>-2</sup> )	Tempo (min.)					
	10	20	30	40	50	60
2,0	35,44 <sup>aA</sup> ±0,08	38,59 <sup>bF</sup> ±0,07	38,77 <sup>bB</sup> ±0,17	39,4 <sup>dD</sup> ±0,13	33,33 <sup>cA</sup> ±0,12	35,12 <sup>abA</sup> ±0,11
2,5	34,26 <sup>aB</sup> ±0,06	37,91 <sup>dD</sup> ±0,08	39,21 <sup>eD</sup> ±0,09	40,62 <sup>fE</sup> ±0,49	35,25 <sup>bD</sup> ±0,08	37,25 <sup>cA</sup> ±0,05
3,0	34,27 <sup>aB</sup> ±0,05	38,35 <sup>bE</sup> ±0,08	38,84 <sup>bB</sup> ±0,05	38,21 <sup>bC</sup> ±0,05	34,56 <sup>aC</sup> ±0,06	35,21 <sup>aA</sup> ±2,26
3,5	35,39 <sup>dA</sup> ±0,04	35,88 <sup>eC</sup> ±0,05	37,59 <sup>aC</sup> ±0,05	37,49 <sup>aB</sup> ±0,09	33,23 <sup>bA</sup> ±0,05	35,19 <sup>cA</sup> ±0,01
4,0	35,55 <sup>dA</sup> ±0,07	35,27 <sup>aA</sup> ±0,07	36,45 <sup>bA</sup> ±0,07	36,37 <sup>bA</sup> ±0,04	33,39 <sup>cA</sup> ±0,03	35,12 <sup>aA</sup> ±0,11
4,5	33,93 <sup>cC</sup> ±0,04	35,63 <sup>bB</sup> ±0,05	36,40 <sup>fA</sup> ±0,04	35,87 <sup>eA</sup> ±0,03	32,69 <sup>bB</sup> ±0,02	31,70 <sup>aB</sup> ±0,02

Todos os resultados são apresentados em % e representam os valores médios referentes a três determinações. Médias indicadas por letras iguais (minúsculas) não diferem entre si ( $p < 0,05$ ), pelo

Tukey, na comparação de diferentes tempos de hidrólise (linha). Médias indicadas por letras iguais (maiúsculas) não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo Tukey, na comparação de diferentes pressões (coluna).

Observa-se na Tabela A3 que para as pressões de 2,5 e 3,0  $\text{kgf.cm}^{-2}$  há um aumento no valor da digestibilidade protéica com o aumento do tempo. Enquanto que, para os tempos de 30 e 40 minutos há redução no VD com a elevação da pressão.

Verifica-se que houve grandes variações nos coeficientes de digestibilidade nos ensaios realizados, comprovando assim que a diferença nos tempos e pressão de processamento influenciou os VD. Fialho (1983) realizou um experimento com o objetivo de verificar os efeitos da pressão e do tempo de hidrólise no processamento de penas de frango sobre o VD da proteína bruta da farinha obtida, foram testadas duas pressões (1,05 e 3,69  $\text{kgf.cm}^{-2}$ ) e 6 (seis) tempos de hidrólise (30, 45, 60, 75, 90 e 105 min.), de acordo com o autor, assim como no presente trabalho, tanto as pressões como os tempos influenciaram positivamente nos TP e nos VD das farinhas de penas hidrolisadas.

A maioria das indústrias utilizam em seus processos de obtenção de farinha de penas, uma pressão de 2  $\text{kgf.cm}^{-2}$  e tempo de 35 min. de hidrólise (SINHORINI et al., 2009), porém, diante dos resultados obtidos neste estudo (TP e VD) é possível inferir que, quando for processado penas de frango e penas de peru, para obtenção de farinha de penas, recomenda-se o aumento de 0,5  $\text{kgf.cm}^{-2}$  e 5 minutos de hidrólise, ou seja, alterar o processo para 2,5  $\text{kgf.cm}^{-2}$  e 40 min. de hidrólise, visando a obtenção de maiores níveis protéicos e de valores de digestibilidade.

### 3.2 FARINHA DE PENAS (100% FRANGO)

No processo de produção, fazendo uso de penas de frango o TP (Tabela A4) mais elevado foi de 83,44%, onde o tempo de hidrólise foi de 40 min. á uma pressão de 2  $\text{kgf.cm}^{-2}$ . Considerando a variável tempo, os resultados obtidos nas pressões de 2,0, 2,5 e 3,0  $\text{kgf.cm}^{-2}$  não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si nos tempos de 10 e 60 min. Acredita-se que esse fato esteja relacionado com a temperatura dentro do digestor, sendo que, com um tempo de 10 minutos não ocorreu um processo de hidrólise completo e com um tempo de 60 min., houve uma desnaturação protéica. Esta situação também foi observada por Wang e Parson (1997), onde relatam que o processamento excessivo pode ocasionar a perda de aa essenciais e menor tempo de processo resulta em baixo TP. Os autores observaram ainda que os

parâmetros de processamento, envolvendo pressão e tempo de hidrólise nas farinhas de penas, são fatores primários para a qualidade protéica do produto e que o aspecto negativo do processo térmico é a degradação dos aa, resultando na redução da qualidade da farinha de penas.

Analisando as tabelas A4 e A5, verifica-se que a elevação na variável pressão (considerando 2 kgf.cm<sup>-2</sup> e 4,5 kgf.cm<sup>-2</sup>), exceto para o tempo de 10 min., acarretou na redução significativa ( $p < 0,05$ ) dos TP e VD. Os resultados demonstraram que a pressão teve uma grande influência no processo de obtenção de farinha de penas. Assim como para os resultados da farinha mista, acredita-se que a redução do TP e do VD esteja relacionada ao aumento de temperatura que é diretamente proporcional a pressão. Isso também foi observado por Holanda (2009), onde este afirma que o aparecimento da lantionina, aa formado a partir da cistina, pelo excesso de cozimento das penas, está presente na farinha de penas hidrolisadas em torno de 20% a 30% do valor total de cistina, e que a presença deste aa provoca uma queda no TP e no VD dos outros aa, afetando o balanço ideal. Wang e Parson (1997) também verificaram que, com o aumento da pressão, ocorreu diminuição da cistina e elevação da solubilidade do nitrogênio.

Tabela A4 – Teor protéico da farinha de frango.

Pressão (kgf.cm <sup>-2</sup> )	Tempo (minutos)					
	10	20	30	40	50	60
2,0	76,76 <sup>aA</sup> ±0,01	77,93 <sup>cA</sup> ±0,51	80,29 <sup>bD</sup> ±0,01	83,44 <sup>dC</sup> ±0,44	80,58 <sup>bC</sup> ±0,51	76,46 <sup>aC</sup> ±0,51
2,5	75,88 <sup>aAB</sup> ±0,01	79,11 <sup>cB</sup> ±0,51	82,05 <sup>eE</sup> ±0,01	80,87 <sup>dB</sup> ±0,51	77,64 <sup>bB</sup> ±0,01	76,17 <sup>aC</sup> ±0,51
3,0	74,70 <sup>aB</sup> ±1,02	77,64 <sup>bcA</sup> ±0,01	78,81 <sup>cdAB</sup> ±0,51	79,41 <sup>dA</sup> ±0,01	76,76 <sup>bB</sup> ±0,01	74,11 <sup>aB</sup> ±0,01
3,5	76,76 <sup>cA</sup> ±0,01	78,52 <sup>acAB</sup> ±0,01	79,41 <sup>aB</sup> ±0,01	78,81 <sup>aA</sup> ±0,51	74,11 <sup>bA</sup> ±1,03	73,23 <sup>bAB</sup> ±0,01
4,0	76,46 <sup>aA</sup> ±0,51	77,64 <sup>abA</sup> ±0,01	78,52 <sup>bcA</sup> ±0,01	79,41 <sup>cA</sup> ±0,01	74,40 <sup>eA</sup> ±1,02	72,35 <sup>dA</sup> ±0,01
4,5	75,88 <sup>aAB</sup> ±0,00	76,46 <sup>abC</sup> ±0,51	77,34 <sup>bC</sup> ±0,51	78,81 <sup>eA</sup> ±0,51	73,23 <sup>dA</sup> ±0,01	71,17 <sup>cD</sup> ±0,51

Todos os resultados são apresentados em % e representam os valores médios referentes a três determinações. Médias indicadas por letras iguais (minúsculas) não diferem entre si ( $p < 0,05$ ), pelo Tukey, na comparação de diferentes tempos de hidrólise (linha). Médias indicadas por letras iguais (maiúsculas) não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo Tukey, na comparação de diferentes pressões (coluna).

Assim como na farinha mista é possível observar (Tabela A4) na farinha com 100% penas de frango que as variáveis pressão e tempo de hidrólise possuem comportamentos proporcionais relacionados à intensidade de hidrólise, aumentando o TP até um determinado valor, podendo, no entanto, causar a desnaturação das proteínas quando este valor for excedido. Diante destas observações, Shirley e Parson (2000) avaliaram que as condições de processamento submetido à baixa

pressão podem requerer longo tempo de hidrólise e vice e versa. Os autores acrescentam que no caso de ocorrer um processamento excessivo das farinhas de penas, haverá redução na concentração dos aa, principalmente pela perda dos aa sulfurados.

Considerando todas as pressões, quando as penas foram processadas com um tempo de 30 e 40 min. houve uma elevação significativa ( $p < 0,05$ ) obtendo os maiores TP e VD das farinhas, porém, quando submetidas a tempo de hidrólise menor e maior ocorreu uma redução significativa ( $p < 0,05$ ) dos valores das variáveis. Esse fato acontece, pois um processamento excessivo pode resultar em destruição dos aa, enquanto que, uma hidrólise incompleta acarreta no comprometimento, do ponto de vista nutricional, tanto do VD quanto do TP. Neste mesmo contexto, Albino (1992) avaliou o efeito das variáveis pressão e tempo de hidrólise sobre a qualidade da proteína da farinha de penas, onde foi verificada uma redução no TP e no VD conforme houve o aumento da pressão no digestor, os resultados não foram mencionados.

A influência do tempo de hidrólise no VD dos aa foi observada por Naber et al. (1961) e Papadopoulos et al. (1985), citados por Scapim (2003), segundo esses autores, o tratamento térmico altera a estrutura das proteínas e favorece diferentes tipos de ligações entre proteínas e substâncias como gorduras e carboidratos presentes nas farinhas, e essas novas ligações químicas podem comprometer a disponibilidade dos aminoácidos.

Considerando o uso de penas de frango para obtenção de farinhas, observa-se na Tabela A5 que o maior resultado do VD foi de 43,72%, obtido com um tempo de 40 min. de hidrólise e 2 kgf.cm<sup>-2</sup> de pressão.

Tabela A5 – Valor de digestibilidade da farinha de frango.

Pressão (kgf.cm <sup>-2</sup> )	Tempo (minutos)					
	10	20	30	40	50	60
2,0	31,67 <sup>bA</sup> ± 0,08	37,73 <sup>dABC</sup> ± 0,41	41,45 <sup>aB</sup> ± 0,42	43,72 <sup>eC</sup> ± 0,54	41,05 <sup>aF</sup> ± 0,09	33,47 <sup>cB</sup> ± 0,08
2,5	32,75 <sup>aC</sup> ± 0,05	38,48 <sup>dD</sup> ± 0,33	42,59 <sup>bC</sup> ± 0,70	41,67 <sup>bB</sup> ± 0,30	37,34 <sup>cE</sup> ± 0,05	32,58 <sup>aD</sup> ± 0,02
3,0	32,32 <sup>aB</sup> ± 0,07	37,96 <sup>bBCD</sup> ± 0,01	38,24 <sup>cA</sup> ± 0,05	38,16 <sup>bcA</sup> ± 0,17	32,13 <sup>aA</sup> ± 0,06	33,57 <sup>dB</sup> ± 0,08
3,5	37,16 <sup>cD</sup> ± 0,05	38,17 <sup>eCD</sup> ± 0,04	38,74 <sup>fA</sup> ± 0,03	37,60 <sup>dA</sup> ± 0,04	32,82 <sup>bD</sup> ± 0,06	32,16 <sup>aC</sup> ± 0,05
4,0	32,49 <sup>aB</sup> ± 0,09	37,50 <sup>cAB</sup> ± 0,01	38,39 <sup>eA</sup> ± 0,03	37,88 <sup>dA</sup> ± 0,03	32,50 <sup>aC</sup> ± 0,02	32,92 <sup>bA</sup> ± 0,04
4,5	31,60 <sup>aA</sup> ± 0,06	37,18 <sup>dA</sup> ± 0,06	38,01 <sup>fA</sup> ± 0,10	37,49 <sup>eA</sup> ± 0,05	32,32 <sup>bB</sup> ± 0,04	32,94 <sup>cA</sup> ± 0,04

Todos os resultados são apresentados em % e representam os valores médios referentes a três determinações. Médias indicadas por letras iguais (minúsculas) não diferem entre si ( $p < 0,05$ ), pelo Tukey, na comparação de diferentes tempos de hidrólise (linha). Médias indicadas por letras iguais (maiúsculas) não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo Tukey, na comparação de diferentes pressões (coluna).

Todos os resultados de VD, obtidos com tempo de hidrólise de até 30 min., diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si. Com a elevação do tempo de hidrólise (exceto para 3,5 e 4,5  $\text{kgf.cm}^{-2}$ ) alguns resultados não apresentaram diferença significativa entre si ( $p < 0,05$ ). Observa-se que houve grandes variações nos valores de digestibilidade, comprovando assim que a diferença nos tempos de hidrólise influenciou o VD dos aa. Neste mesmo contexto, Naber et al. (1961), citado por Scapim (2003), estudando a disponibilidade dos aa da farinha de penas, afirmaram que os métodos de processamento causaram variações significativas no valor nutritivo das farinhas de penas, e que o processo de cozimento das penas, embora aumentasse a disponibilidade de alguns aa, destruíam outros.

Com relação à variável pressão, percebe-se uma influência diferenciada entre os tempos avaliados (Tabela A5). Sendo que, para o tempo de 50 min., todas as pressões apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores obtidos, enquanto que, para as pressões de 3,0 até 4,5  $\text{kgf.cm}^{-2}$  para os tempos de 30 e 40 min. não houve diferença significativa ( $p < 0,05\%$ ) entre os resultados. Para os tempos de hidrólise de 10 e 20 min. o comportamento do VD se mostrou bem diferenciado, sendo que, para o tempo de 10 min., nas pressões de 2,5, 3,0 e 3,5  $\text{kgf.cm}^{-2}$ , obteve-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os resultados, enquanto que, para o tempo de 20 min., nas mesmas condições de pressão, os resultados não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si. Acredita-se que essas diferenças de VD estejam relacionadas ao aumento do tempo de hidrólise de até 50 min. na qual, o aumento da pressão, resultou em expressiva variação do VD, enquanto que no tempo de 60 min. esta diferença não foi tão acentuada.

De acordo com Rocha e Silva (2004), variações nos VD nas diferentes amostras de farinhas de penas, ressaltam a importância da padronização das variáveis de processo tempo e pressão. Sendo que, tanto uma subestimação quanto uma superestimação dos valores de digestibilidade protéica, podem resultar em uma redução no desempenho (peso/tamanho) das aves alimentadas com rações contendo essas farinhas.

### 3.3 FARINHA DE PENAS (100% PERU)

Devido à grande produção nacional de carne de peru, cerca de 440 mil toneladas em 2012 (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2013), há também uma grande geração de penas como resíduos, sendo utilizadas, assim como as penas de frangos, para a produção de farinhas, no entanto, torna-se necessária a padronização do processo para viabilizar sua inclusão como potencial fonte protéica em rações. Os dados referentes aos TP e VD da farinha de penas de peru encontram-se na Tabela A6 e A7.

De acordo com os resultados de TP (Tabela A6) da farinha de penas de peru, foi observado que, o emprego de maior pressão (acima de 3,5 e 4,0 kgf.cm<sup>-2</sup>) para os tempos de 10, 20 e 30 min., resultou no aumento do TP, enquanto que para os outros tempos analisados houve uma oscilação nos valores, tendendo para a redução do TP, acredita-se que esse fato esteja relacionado com a diferença estrutural que existe entre as penas de peru, pois penas mais rígidas exigiriam maior energia para ocorrer à hidrólise completa, comparada às penas de frango que possuem estruturas mais flexíveis, porém, mais estudos são necessários para a obtenção de resultados conclusivos.

Tabela A6 – Teor protéico da farinha de peru.

Pressão (kgf.cm <sup>-2</sup> )	Tempo (minutos)					
	10	20	30	40	50	60
2,0	73,81 <sup>aAB</sup> ± 1,02	74,99 <sup>abD</sup> ± 0,01	76,17 <sup>bA</sup> ± 0,51	74,99 <sup>abAB</sup> ± 0,53	74,99a <sup>bBC</sup> ± 0,01	75,88 <sup>abB</sup> ± 0,01
2,5	71,76 <sup>bC</sup> ± 0,51	72,64 <sup>bcA</sup> ± 0,51	73,81 <sup>cB</sup> ± 0,01	76,17 <sup>aAB</sup> ± 0,51	76,76 <sup>aD</sup> ± 0,88	75,88 <sup>aB</sup> ± 0,01
3,0	72,64 <sup>bBC</sup> ± 0,51	73,23 <sup>bcAB</sup> ± 0,00	75,88 <sup>aB</sup> ± 0,01	76,76 <sup>aA</sup> ± 0,01	75,88 <sup>aCD</sup> ± 0,01	74,11 <sup>cA</sup> ± 0,88
3,5	74,40 <sup>abAB</sup> ± 1,02	73,81 <sup>aB</sup> ± 0,51	75,29 <sup>abAB</sup> ± 1,02	76,46 <sup>bcAB</sup> ± 0,51	77,93 <sup>cbE</sup> ± 0,51	76,76 <sup>bcB</sup> ± 0,01
4,0	74,99 <sup>bA</sup> ± 0,01	76,46 <sup>cC</sup> ± 0,51	77,93 <sup>dC</sup> ± 1,02	76,76 <sup>cdA</sup> ± 0,01	74,11 <sup>abAB</sup> ± 0,01	73,52 <sup>aA</sup> ± 0,51
4,5	75,58 <sup>bcA</sup> ± 0,51	76,46 <sup>cC</sup> ± 0,51	78,41 <sup>dC</sup> ± 0,01	74,69 <sup>bB</sup> ± 0,51	73,23 <sup>aA</sup> ± 0,01	73,52 <sup>aA</sup> ± 0,51

Todos os resultados são apresentados em % e representam os valores médios referentes a três determinações. Médias indicadas por letras iguais (minúsculas) não diferem entre si ( $p < 0,05$ ), pelo Tukey, na comparação de diferentes tempos de hidrólise (linha). Médias indicadas por letras iguais (maiúsculas) não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo Tukey, na comparação de diferentes pressões (coluna).

Referente ao VD é verificado na Tabela A7 que, a partir da pressão de 3,0 kgf.cm<sup>-2</sup> e do tempo de 20 min. de hidrólise, não é observado uma variação expressiva entre os resultados, sendo que a diferença destas 20 combinações entre tempo e pressão, foi de apenas 2,76. No entanto, foi observado um aumento muito expressivo do VD, 4,43% (média da diferença dos VD entre todos os tempos, exceto

para 10 minutos) entre as pressões de 2,5 e 3,0 kgf.cm<sup>-2</sup>, apresentando diferenças significativas (p<0,05) entre estes valores. Enquanto que a variação dos VD entre os tempos de 10 e 20 min. foi ainda maior, de 8,22% (média da diferença dos VD entre todas as pressões, exceto para 2,0 kgf.cm<sup>-2</sup>, a qual não apresentou diferença significativa (p>0,05). Esses resultados demonstram a necessidade de maiores tempos de hidrólise e pressões para obtenção de uma farinha de pena com maior VD.

Tabela A7 – Valor de digestibilidade da farinha de peru.

Pressão (kgf.cm <sup>-2</sup> )	Tempo (minutos)					
	10	20	30	40	50	60
2,0	28,43 <sup>bD</sup> ±0,41	28,86 <sup>bB</sup> ±1,57	31,15 <sup>aB</sup> ±0,61	31,30 <sup>aC</sup> ±0,53	32,32 <sup>aB</sup> ±0,12	33,05 <sup>aB</sup> ±0,30
2,5	26,47 <sup>aAB</sup> ±0,34	31,47 <sup>bC</sup> ±0,20	31,09 <sup>aB</sup> ±1,57	31,84 <sup>aC</sup> ±0,26	32,42 <sup>aB</sup> ±0,46	32,56 <sup>aB</sup> ±0,31
3,0	25,84 <sup>bA</sup> ±0,12	35,22 <sup>cA</sup> ±0,32	36,63 <sup>aA</sup> ±0,33	37,34 <sup>eB</sup> ±0,10	35,87 <sup>dA</sup> ±0,11	36,45 <sup>aA</sup> ±0,06
3,5	27,28 <sup>dC</sup> ±0,16	35,53 <sup>bA</sup> ±0,13	36,75 <sup>aA</sup> ±0,19	36,60 <sup>aAB</sup> ±0,34	35,91 <sup>bCA</sup> ±0,17	36,37 <sup>aCA</sup> ±0,23
4,0	26,56 <sup>bB</sup> ±0,11	35,62 <sup>aA</sup> ±0,15	37,30 <sup>eA</sup> ±0,12	36,47 <sup>dA</sup> ±0,18	34,58 <sup>cC</sup> ±0,08	35,27 <sup>aC</sup> ±0,11
4,5	25,86 <sup>cA</sup> ±0,08	35,26 <sup>aA</sup> ±0,14	38,25 <sup>dA</sup> ±0,15	36,69 <sup>bAB</sup> ±0,04	35,44 <sup>aA</sup> ±0,17	36,56 <sup>bA</sup> ±0,40

Todos os resultados são apresentados em % e representam os valores médios referentes a três determinações. Médias indicadas por letras iguais (minúsculas) não diferem entre si (p<0,05), pelo Tukey, na comparação de diferentes tempos de hidrólise (linha). Médias indicadas por letras iguais (maiúsculas) não diferem entre si (p<0,05) pelo Tukey, na comparação de diferentes pressões (coluna).

Diante desta contextualização, Scapim (2003), cita Gregory et al. (1956) onde estes contestaram a influência do processamento sobre o conteúdo de aa da farinha de pena e observaram que os mesmos eram relativamente estáveis durante o processamento da farinha, e observaram que o aa que apresentou maior perda foi a cistina.

Conforme apresentado na Tabela A6 e A7, o teor protéico e valor de digestibilidade mais elevados foram respectivamente 78,41% e 38,25%, obtidos a uma pressão de 4,5 kgf.cm<sup>-2</sup> com um tempo de hidrólise de 30 min. Porém, observa-se que a farinha de penas composta por 100% penas de peru apresentou TP e VD inferiores às farinhas de penas mistas e com 100% penas de frango. Acredita-se que estas diferenças de TP e VD possam estar relacionadas à estrutura e rigidez do cálcio das penas de peru, sendo mais rígidas do que as penas de frango. Sabe-se que, quanto maior forem as aves maior é a força necessária para o rompimento das ligações intermoleculares nestas estruturas. Sobre o peso das aves, diante da vivência industrial, sabe-se que os perus matrizes, poedeiras, pesam de 25 a 30 kg, perus de corte fracionado 12 a 14 kg e perus de corte comercializado inteiro 3 a 5 kg,

ou seja, uma disparidade de peso muito grande comparado a um frango processado para exportação que pesa de 900 a 1200 g.

Tendo em vista que os resultados do TP da farinha composta por penas de peru foram inferiores aos da farinha de penas de frango, realizou-se análise de teor protéico nas penas (*in natura*) de frango e peru. Também foi analisado o TP nas penas hidrolisadas (60 min. de pré-secagem), as quais não passaram pelo processo de secagem e moagem, com o objetivo de verificar a influência no TP somente do processo de hidrólise.

Observa-se na Tabela A8 que o TP das penas, *in natura*, de peru e frango não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre si. Porém, após processamento destas matérias-primas foi observado que houve uma redução expressiva de 10% no TP da pena hidrolisada de peru, apresentando diferença significativa ( $p < 0,05$ ), enquanto que, para as penas hidrolisadas de frango não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Supõe-se que, com a incorporação de alta pressão no processo de hidrólise no digestor, visando o rompimento da estrutura das penas de peru, para obtenção de maior valor de digestibilidade, ocorra a desnaturação das estruturas protéicas resultando em perdas de nitrogênio, acarretando na redução do TP da farinha de penas.

Tabela A8 - Resultados de teor protéico das penas *in natura* (frango e peru) e de suas respectivas penas hidrolisadas.

<b>Produto</b>	<b>Teor protéico (%)</b>
Penas <i>in natura</i> – Frango (Laboratório)	84,34 <sup>a</sup> ±0,01
Penas <i>in natura</i> – Peru (Laboratório)	84,65 <sup>a</sup> ±0,01
Penas hidrolisadas – Frango (Pressão 2,5 kgf/cm <sup>2</sup> / 40 min. hidrólise)	84,34 <sup>a</sup> ±0,05
Penas hidrolisadas – Peru (Pressão 4,5 kgf/cm <sup>2</sup> / 30 min. hidrólise)	76,18 <sup>b</sup> ±0,01

Todos os resultados são apresentados em % e representam os valores médios referentes a três determinações. Médias indicadas por letras iguais não diferem entre si ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey, na coluna.

Os valores obtidos neste capítulo, para farinha com 100% penas de peru, não puderam ser comparados com publicações existentes, uma vez que trabalhos com o mesmo objetivo não foram encontrados na literatura consultada. A coletânea regulamentadora do padrão de qualidade desses produtos (Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal), não traz informações nutricionais para as farinhas contendo penas de peru.

De uma maneira geral, na literatura há poucos trabalhos que relatam sobre as alterações na qualidade das farinhas de origem animal decorrentes do processo de fabricação. Aldrich et al. (2007), afirmam que devido ao fato do processamento envolver calor e agitação mecânica a qualidade da proteína pode ser afetada, havendo uma necessidade de estudos mais aprofundados.

Diante dos ensaios propostos, os resultados de TP e do VD, de farinha de penas de frango, obtidos neste estudo, evidenciam a possibilidade de obtenção de valores maiores ou iguais aos preconizados pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (BRASIL, 2009), mínimo 80% para TP e 40 para VD. Porém, deve-se avaliar o percentual de inclusão de diferentes composições de penas de peru na farinha de penas de frango, visando não prejudicar a qualidade do produto final e ao mesmo tempo agregar valor as penas de peru.

### 3.4 TENDÊNCIAS DOS RESULTADOS EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO

Os resultados demonstraram algumas tendências com relação às variáveis, tempo de hidrólise e pressão. Sendo que, se fez uma média de todas as pressões para cada tempo analisado e uma média de todos os tempos para cada pressão analisada, tendo em vista a identificação da influência nos resultados de TP e VD.

#### 3.4.1 Teores protéicos em função das variáveis de processo

A Figura A3 expressa às tendências dos TP em função do tempo de hidrólise. Observou-se que, a tendência de elevação do TP, de todas as farinhas analisadas, ocorreu até a faixa de 30 a 40 minutos de hidrólise. A farinha com 100% de penas de frango apresentou uma tendência do TP ser mais elevado com relação às demais farinhas.

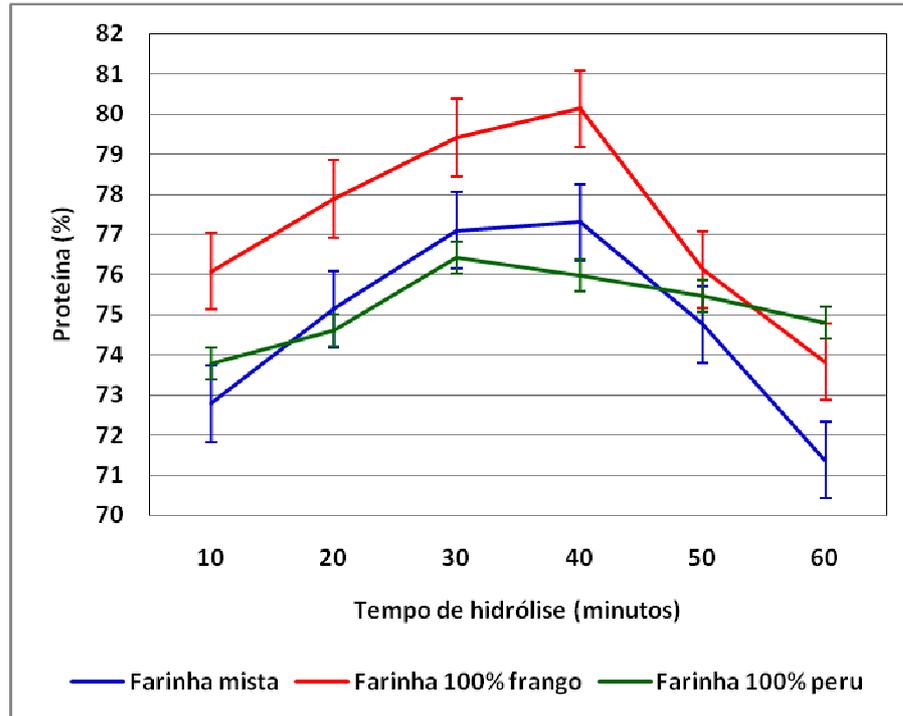


Figura A3 – Tendências de variações do teor protéico em função da variável tempo de hidrólise. Realizou-se uma média dos resultados de TP das pressões para cada tempo avaliado.

A Figura A4 expressa às tendências do TP em função da pressão. O aumento da pressão influenciou de maneira negativa a tendência de elevação do TP da farinha com 100% penas de frango. Para a farinha mista houve uma tendência de redução no TP a partir da pressão de  $2,5 \text{ kgf.cm}^{-2}$ . Enquanto que, para a farinha com 100% penas de peru, a pressão superior a  $3 \text{ kgf.cm}^{-2}$  favoreceu uma tendência de aumento do TP.

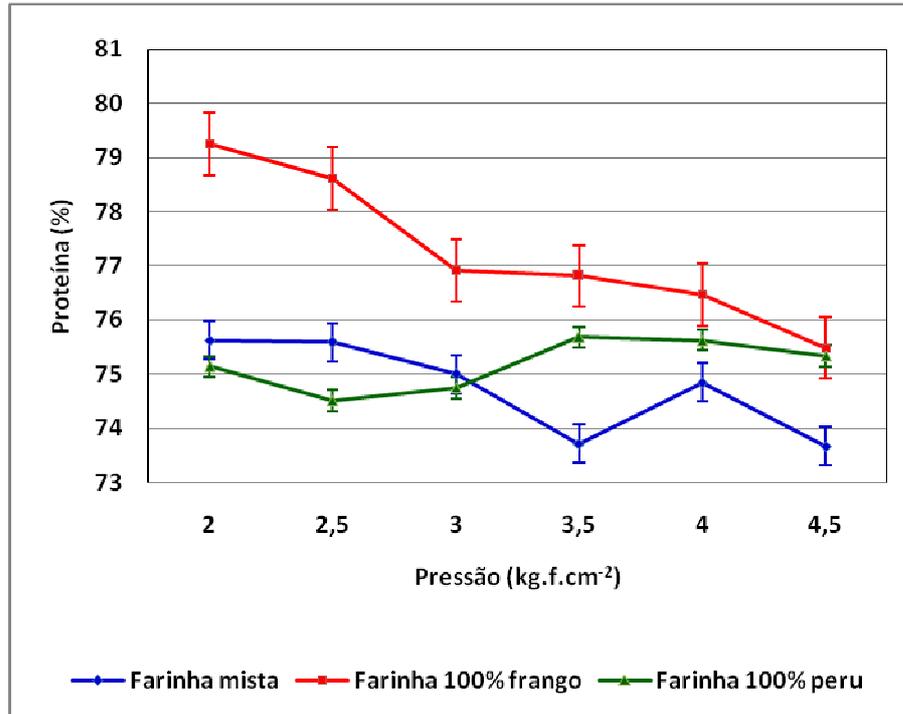


Figura A4 – Tendências de variações do teor protéico em função da variável pressão. Realizou-se uma média dos resultados dos TP dos tempos para cada pressão avaliada.

### 3.4.2 Valores de digestibilidade em função das variáveis de processo

A Figura A5 expressa às tendências do VD em função do tempo de hidrólise. Observou-se que, houve uma tendência de aumento nos VD de todas as farinhas analisadas até a faixa de 30 a 40 min. de hidrólise, após este tempo é verificado uma tendência de queda acentuada deste parâmetro, exceto para a farinha de peru, onde se manteve próximo ao valor máximo de digestibilidade até o tempo de 60 min.

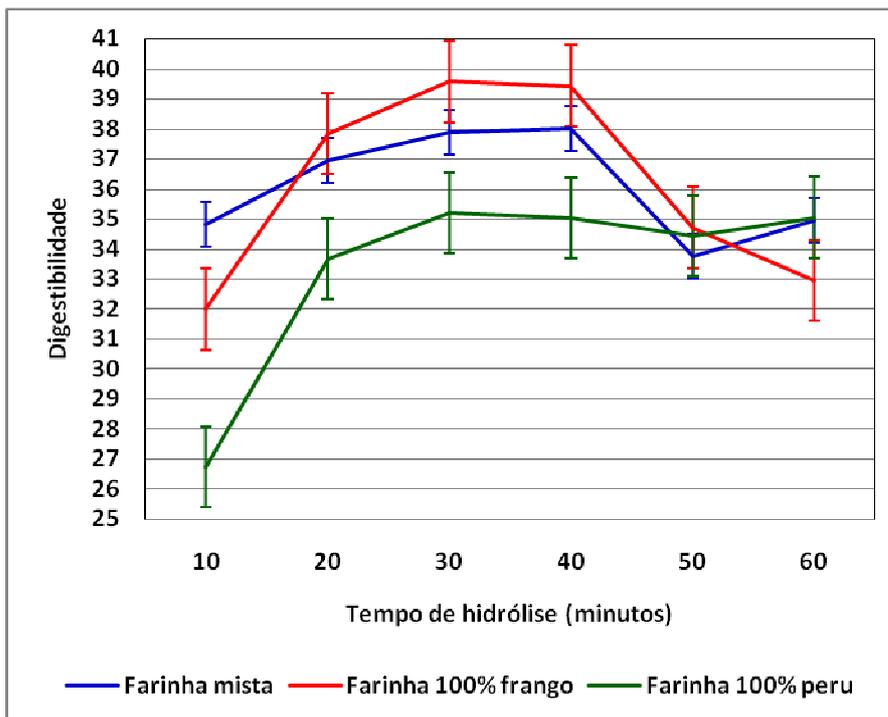


Figura A5 – Tendências de variações dos valores de digestibilidade em função da variável tempo de hidrólise. Realizou-se uma média dos VD das pressões para cada tempo avaliado.

A Figura A6 expressa às tendências do VD em função da pressão. Observou-se que, o emprego de maior pressão acarretou em uma tendência de declínio do VD da farinha mista e da farinha com 100% penas de frango, porém, foi verificada uma tendência de aumento acentuado dos VD da farinha contendo 100% penas de peru, entre as pressões de 2,5 e 3,0  $\text{kgf.cm}^{-2}$ .

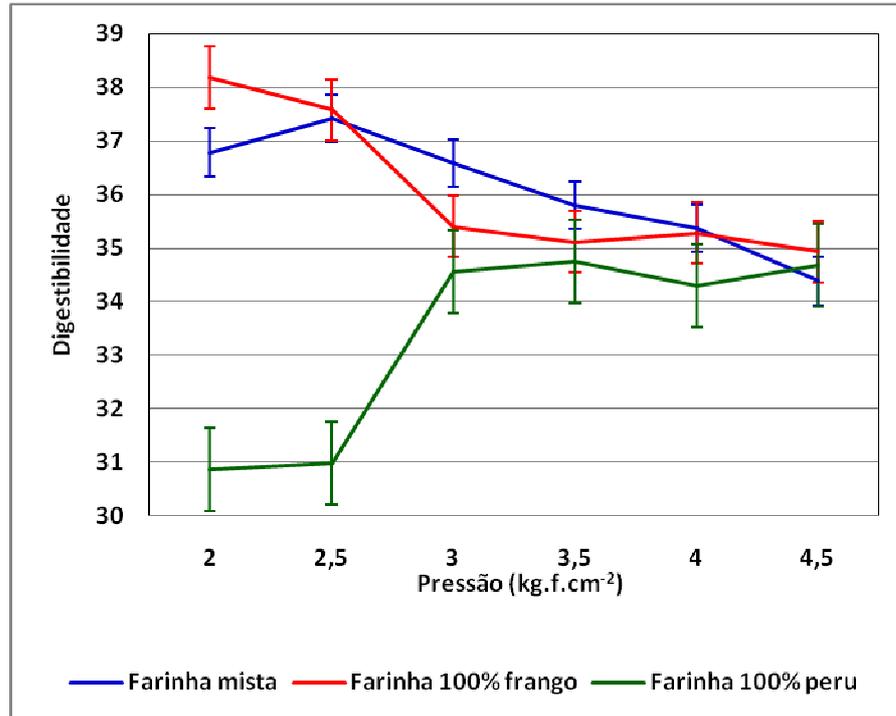


Figura A6 – Tendência de variação dos valores de digestibilidade em função da variável pressão. Realizou-se uma média dos VD dos tempos para cada pressão avaliada.

#### 4 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, verificou-se que, é muito difícil padronizar o processo de obtenção de farinha de penas contendo penas de peru e penas de frango, pois as variáveis de processo, pressão e tempo, afetam diretamente as matérias-primas.

Tanto a variável pressão como o tempo de hidrólise foram significativos ( $p < 0,05$ ) no processo de obtenção da farinha de penas. Os melhores resultados para a farinha mista foram 80,29% de TP e 40,62% para VD, com um tempo de 40 min. e pressão de 2,5 kgf.cm<sup>-2</sup>. Para a farinha com 100% de penas de frango, o TP de 83,44% e o VD de 43,72%, obtidos com 40 min. de hidrólise e pressão de 2,0 kgf.cm<sup>-2</sup>. No processamento com 100% de penas de peru, o TP foi de 78,41% e VD de 38,25% obtidos com 30 min. de hidrólise e uma pressão de 4,5 kgf.cm<sup>-2</sup>.

## REFERÊNCIAS

- ALBINO, L. F. T.; SILVA, M.A. **Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos.** Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Viçosa, v. 21, p. 47-58, 1992.
- ALDRICH, G.; LYONS T.P; JACQUES K.A. **USA poultry meal: quality issues and concerns in pet foods.** Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. 467. 2007.
- Associação Brasileira de Avicultura (ABA). **AVICULTURA INDUSTRIAL.** Disponível em: <[http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/peru-perdeu-espaco-para-o-frango-no-parana/20120222083555\\_R\\_694](http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/peru-perdeu-espaco-para-o-frango-no-parana/20120222083555_R_694)>. Acesso em: 03/10/2013.
- BELLAVER. C.; ZANOTTO D. L. **Parâmetros de Qualidade em Gorduras e Subprodutos Proteicos de Origem Animal.** Palestra apresentada na Conferência APINCO. Santos, 2004.
- BRASIL. **Compêndio brasileiro de alimentação animal.** Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. São Paulo, 2009.
- CANCHERINI, L. C.; JUNQUEIRA, O. M.; OLIVEIRA, M. C. **Utilização de Subprodutos de Origem Animal em Dietas Formuladas com Base em Proteína Bruta e Proteína Ideal.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 529-534, 2005.
- EYNG, C; NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T; NUNES, C. G. V.; POZZA, P. C. P. **Composição química e aminoacídica e coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de penas e sangue determinados em galos cecectomizados.** Revista Brasileira de Zootecnia [online]. v. 41. n. 1,. p. 80-85. 2012.
- FIALHO, E. T., ALBINO, L. F. T., THIRÉ, M. C., BENETI, A. **Influência da pressão e tempo de cozimento das farinhas de penas sobre a digestibilidade de proteína e energia para suínos.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, XX, Pelotas-RS, 1983. ANAIS. Pelotas: SBZ. 1983.
- HOLANDA, M. A. C. **Avaliação nutricional da farinha de penas hidrolisada na alimentação de frangos de corte.** 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- MOORE, G. R. P; MARTELLI S. M; GANDOLFO C.A; PIRES A. T.N; LAURINDO, J.B. **Queratina de penas de frango: extração, caracterização e obtenção de filmes.** Ciência e Tecnologia de Alimentos [online]. vol. 26, n. 2, p. 421-427. 2006.
- OLIVO, R.; RABELO, R. A.; DEMARTINI, A. C. **O Mundo do Frango - Cadeia Produtiva da carne de frango.** Criciúma-SC: Imprint. p. 567-578. 2006.

ROCHA T. C.; SILVA, B. A. N. **Utilização da Farinha de Penas na Alimentação de Animais Monogástricos**. Revista Eletrônica Nutritime, v. 1, n. 1, Artigo Número 5. p. 35-43, julho/agosto de 2004.

PÉREZ-CALVO, E; CASTRILLO, C; BAUCCELLS, M.D; GUADA, J.A. Effect of rendering on protein and fat quality of animal by-products. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 94, n. 5, p. e154-e163, 2010.

SCAPIM, M. R. S. **Avaliação nutricional da farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetidos a diferentes tratamentos térmicos**. Acta Scientiarum. Animal Sciences. Maringá, v. 25, n. 1, p. 91-98, 2003.

SHIRLEY, R. B.; PARSON, C. M. **Effect of pressure on amino acid digestibility of meat and boné meal for poultry**. Poultry Sciences, v. 79, p. 1775-1781, 2000.

SILVA, J. H. V.; MUKAMI, F.; ALBINO, L. F. T. **Uso de rações à base de aminoácidos digestíveis para poedeiras**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 5, p. 1446-1451, 2000.

SINHORINI, R. M; AGUIAR, W; PIASSON A.; VIVIAM, F.; DALMORA, J. V.; **Manual de Boas Práticas de Fabricação de Farinhas e Óleos de Origem Animal**. 1. ed. Enéas Marques, 253 p. 2009.

STATSOFT Inc. STATISTICA for Windows. Versão 7.0. Tulsa, 2004.

UBA - Relatório Anual da União Brasileira de Avicultura, 2009. Disponível em <<http://www.uba.org.br>>. Acesso em: 20 de jun. 2012.

WANG X.; PARSON C. M. **Effect of processing systems on protein quality of feather meal and hog hair meals**. **Poultry Sci.** Department of Animal Sciences, University of Illinois, Urbana, Illinois 6180. 76: 491-496, 1997.

**CAPITULO II – INFLUÊNCIA DA ETAPA DE PRÉ-SECAGEM NO TEOR  
PROTÉICO E NO VALOR DE DIGESTIBILIDADE DA PROTEINA DA FARINHA  
DE PENAS**

## RESUMO

A obtenção de um maior teor protéico (TP) e valor de digestibilidade protéica (VD) no processo de obtenção de farinha de penas é fundamental para viabilizar sua utilização como fonte protéica com grande disponibilidade de aminoácidos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da etapa de pré-secagem no TP e no VD da farinha de penas fazendo uso de planejamento fatorial e metodologia de superfície de resposta. A pressão, tempo de hidrólise, tempo de pré-secagem e composição de diferentes matérias primas foram determinadas como variáveis independentes, enquanto as variáveis resposta foram teor protéico (TP) (%) e valor de digestibilidade protéica (VD). O aumento no tempo de pré-secagem foi significativo ( $p < 0,05$ ) para elevar o TP e o VD. A inclusão de penas de peru foi significativa ( $p < 0,05$ ) na obtenção de farinha de penas, representando uma redução tanto nos resultados do TP como no VD das farinhas; Observou-se que o emprego de elevadas pressões e tempo de hidrólise acarretou na redução do TP da farinha de penas. A interação com a inclusão de penas de peru e o aumento da pressão mostrou-se significativo ( $p < 0,05$ ) na elevação do TP e do VD. Os resultados sugerem que quando houver adição de penas de peru às penas de frango, para obtenção da farinha de penas, a pressão também deva ser elevada resultando em maiores TP e VD na farinha de penas.

Palavras-chave: Farinha. Penas de frango. Penas de peru. Digestor. Pré-secagem.

## ABSTRACT

The obtainment a higher protein content (PC) and protein digestibility value (DV) in the process of obtaining feather meal is critical to enable its use as a protein source with high amino acid availability. Factorial design and response surface methodology were used to evaluate the influence of pre-drying step in PC and DV feather meal. The pressure hydrolysis time, pre-drying time and composition of various raw materials were determined as independent variables, while the response variables were the protein content (PC) (%) value and protein digestibility (DV). The increase in the pre-drying time was significant ( $p < 0,05$ ) to increase the PC and DV. The inclusion of turkey feathers was significant ( $p < 0,05$ ) to obtain feather meal, representing a reduction in both PC as the results of the DV. Observed that the use of high pressures and hydrolysis time resulted in reducing the PC feather meal. Interaction with the inclusion of turkey feathers and pressure increase was significant ( $p < 0,05$ ) increase in PC and DV. The results suggest that when there is addition of turkey feathers chicken feathers, the pressure is too high resulting in higher PC and DV in feather meal.

Key-words: Meal. chicken feathers. Turkey feathers. Digestor. Pre-drying.

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de ingredientes, para a alimentação das aves, alternativos ao milho e ao farelo de soja passou a ter importância para a indústria avícola de rações, em decorrência da regulação de preço pelo mercado internacional e dos grandes volumes requeridos. Com isso, o uso de ingredientes de origem animal, com alto teor de proteínas, torna-se oportuno para redução dos custos das rações (BELLAYER, 2002b).

Os valores nutricionais das farinhas de origem animal para a alimentação das aves foram estabelecidos pela primeira vez na década de 1950. O termo farinha protéica de aves abrange toda farinha processada com subprodutos de aves, ou seja, farinha de vísceras de frango, peru ou outra origem avícola (ALDRICH et al., 2007).

A prática de alimentar os animais não-ruminantes com dietas contendo farinhas de carne, sangue, vísceras e penas como fonte de proteína, em substituição ao farelo de soja, é bastante comum nas empresas brasileiras de integrações, devido ao fato dessas matérias-primas apresentarem custos relativamente baixos e serem boas fontes de nutrientes quando bem processadas (BRUGALLI et al., 1999; BELLAYER et al., 2001b; MOURA, 1994; PEREIRA, 1994). Em um estudo onde houve a inclusão de 7% de farinha de vísceras (58% proteína bruta) substituindo o farelo de soja, em dietas para frangos de corte, melhorou o desempenho no peso das aves até o 21<sup>o</sup> dia (BELLAYER et al., 2005).

As farinhas protéicas oriundas de aves, devido sua alta qualidade, representam uma parcela importante nas dietas animais. Assim, alterações na composição das proteínas podem ter efeitos não satisfatório na nutrição das aves. Desta forma a padronização o processo de obtenção de proteína animal é difícil devido à diferença de composição da matéria prima e também devido à deterioração microbiana, podendo, durante a produção, comprometer o teor protéico e o valor de digestibilidade protéica (ALDRICH et al., 2007; ROMBOLA, 2008).

Além das variações nas condições de processamento, os componentes que compõem os subprodutos também podem mudar (frigorífico para frigorífico / dia a dia / semana a semana e estação para estação). Em um estudo comparando a qualidade da proteína de várias partes dos frangos, Aldrich e Daristotle (1998) relatam que o valor protéico dos osso/cartilagens (0,87% e 1,22%, respectivamente), são diferentes

comparados com as cabeças, vísceras, fígado e moela (2,50%, 3,04% e 3,08% respectivamente) e este são diferentes das penas (80% a 85%).

De acordo com Bellaver (2002a) há uma dificuldade na padronização da qualidade dos subprodutos de origem animal, devido ao processo produtivo e a origem destes resíduos. Porém, esses subprodutos são importantes nos aspectos nutricionais e econômicos para a alimentação animal. Sendo assim, para melhor utilização das farinhas de origem animal Bellaver (2003) relata que é necessária uma padronização em seu processo produtivo, pois este afeta diretamente os padrões de qualidade do produto final, alterando o valor nutricional e a viabilidade de utilização desses produtos alternativos na alimentação animal.

Segundo Penz (2004), o uso de farinhas de origem animal é muito utilizado, devido seu alto valor nutricional disponível e por se tratar de uma fonte protéica de baixo custo comparada a outras materiais-primas, exigindo o desenvolvimento tecnológico e científico para melhoria dos processos e maior eficiência na obtenção de produtos de maior qualidade.

Poucos estudos têm sido relatados na literatura sobre as alterações na qualidade da proteína de origem animal decorrentes do processo de fabricação, considerando que no processamento que envolve calor e agitação mecânica, a qualidade da proteína pode ser afetada (ALDRICH et al., 2007)

O presente estudo objetivou determinar as variáveis mais adequadas para o processo de produção de farinha de penas. Para tanto, foi avaliada a influência no teor protéico (TP) e no valor de digestibilidade protéica (VD) de diferentes níveis de pressão (P), tempo de hidrólise (TH), matéria-prima (MP) e tempo de pré-secagem (TPS).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 MATERIAL**

A produção de farinhas de penas foi realizada por uma empresa situada no Sudoeste do Paraná. Todos os reagentes utilizados para os ensaios de proteína foram de grau analítico (P.A.).

## 2.2 MÉTODOS

### 2.2.1 Processamento Industrial da Farinha de penas

As penas foram processadas em um digestor (tipo cilíndrico, com camisa de vapor, provido de equipamento de controle de pressão – Marca: Prestatti – Modelo: DDP 13000. N° 3013-09 série 01 – Capacidade: 6.750 litros) que trabalhou em batelada. O processo de cocção (pressão e vapor) das penas ocorreu em 35 min. a uma pressão de  $2,0 \text{ kgf.cm}^{-2}$ . Em seguida houve a etapa de pré-secagem no digestor por 20 min. Descarregadas em um percolador seguiram por uma rosca helicoidal até um secador primário rotativo (Marca: Prestatti. Modelo SPF 3000. N° 0029-10. Série: 01 – Capacidade 30000 kg/batelada), onde a temperatura atingiu em média  $120 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na sequência, seguem para um secador secundário rotativo (Marca Prestatti – Modelo: SRP 5000. N° 260-05 - capacidade: 2500 kg/hora), atingindo uma temperatura máxima de  $100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na última etapa do processo ocorreu a moagem das penas em um moinho de martelos (Marca: Prestatti – capacidade: 4000 kg/hora). O processo geral pode ser visualizado na Figura B1.

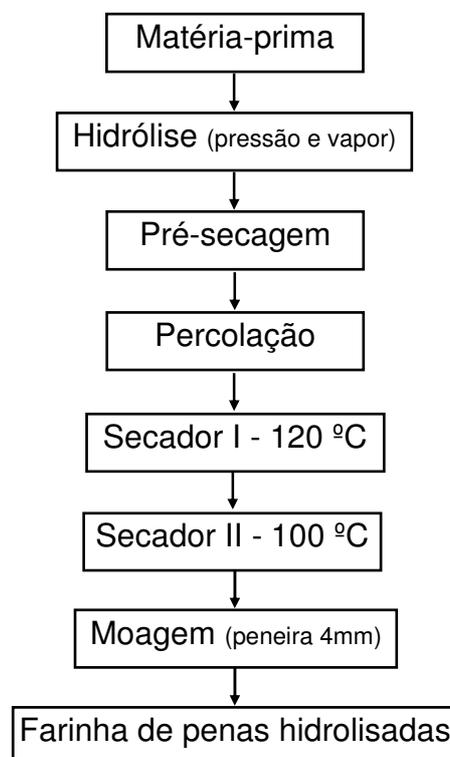


Figura B1 – Processo de obtenção de farinha de penas hidrolisadas.

### 2.2.2 Amostragem de farinha de penas hidrolisadas

As amostragens das farinhas de penas foram realizadas diretamente nos “*big bags*” com capacidade de 1500 kg, após a embalagem do produto obtido de uma batelada, das farinhas submetidas às condições propostas por este estudo, através de uma sonda de mão, conhecida como calador (apresentado no capítulo I), retirou-se cerca de 50 g de farinhas, procedimento repetido 10 vezes em vários lugares do bag, até conseguir um montante de 500 g., para obtenção de uma amostra composta. A redução da amostra foi feita através do método de quarteamento. O resultado final desse processo de amostragem gerou uma amostra laboratorial de 75 g. (BRASIL, 2009).

### 2.2.3 Determinação do teor protéico (TP)

Essa determinação está descrita no capítulo I deste trabalho.

### 2.2.4 Determinação do valor de digestibilidade protéica (VD)

Essa determinação está descrita no capítulo I deste trabalho.

### 2.2.5 Delineamento experimental

Aplicou-se análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey á 95% de confiança para avaliar os resultados das farinhas de penas. Os dados experimentais foram analisados com auxílio do programa Statistica 7.0 para Windows (STATSOFT, 2004). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Para verificar a relação entre as variáveis (fatores independentes) relevantes ao processo e as variáveis dependentes foram utilizadas técnicas de planejamento fatorial e metodologia de superfície de resposta (RSM). Foi empregado um planejamento fatorial  $2^4$  com três pontos centrais, totalizando 19 (dezenove) ensaios. As variáveis independentes foram pressão, tempo de hidrólise, tempo de pré-secagem e matéria-prima, enquanto as variáveis dependentes foram teor protéico (%) e valor de digestibilidade (%). A Tabela B1 apresenta as variáveis independentes e

seus respectivos níveis reais e codificados, os mesmos foram definidos de acordo com ensaios preliminares.

Tabela B1 – Valores reais das variáveis do planejamento experimental e seus respectivos níveis codificados para verificação do TP e do VD da farinha de penas.

Variáveis / Níveis	-1	0	+1
Pressão (kgf.cm <sup>-2</sup> )	2,5	3,0	3,5
Tempo de Hidrólise (Min.)	20	30	40
Tempo de pré-secagem (Min.)	40	50	60
Matéria-prima (% penas frango / % penas peru)	100/0	50/50	0/100

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de proteína e o valor de digestibilidade das farinhas de penas dependem basicamente do tempo de hidrólise e da pressão. Estes processos variam de um sistema para o outro, alterando significativamente as características das farinhas de penas. A qualidade deste produto depende ainda, das proporções das matérias-primas brutas processadas, afetando significativamente a composição final do produto (SILVA et al., 2000; LATSHAW, 1990). A Tabela B2 apresenta a matriz de planejamento experimental, com os dados obtidos para TP (%) e VD (%).

A obtenção de maiores TP no processo de obtenção de farinha de penas é fundamental para viabilizar sua utilização como potencial fonte protéica para o uso em rações. Os principais efeitos dos fatores independentes e suas interações sobre os resultados, para um nível de confiança de 95%, são apresentados na Tabela B3. A variável tempo de pré-secagem apresentou influência sobre o aumento dos valores das variáveis, mostrando-se significativa ( $p < 0,012263$ ) para o TP. Sabe-se que o tempo de pré-secagem no digestor desempenha importante papel no que tange ao aumento do TP. Acredita-se que este fator esteja relacionado com a secagem das penas hidrolisadas através de umidade relativamente alta (digestores), comparada a secagem com ar quente proveniente diretamente da fornalha (secadores). Rocha e Silva (2004) observaram que o tempo de pré-secagem nos digestores é um fator muito importante para a qualidade protéica da farinha de penas. Eying et al. (2012) avaliaram que a disponibilidade dos aa pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles o tempo de hidrólise utilizado no processamento da farinha de penas.

Tabela B2 – Matriz de planejamento experimental com resultados obtidos para o teor protéico (TP) e valor de digestibilidade (VD), fazendo uso das variáveis: Pressão (P), tempo de hidrólise (TH), tempo de pré-secagem da farinha de penas (TPS) e diferentes composições de matéria-prima (MP).

Ensaio	P	TH	TPS	MP	*TP	*VD
1	2,5	20	40	Frango	78,56 <sup>G</sup> ±0,01	36,28 <sup>G</sup> ±0,41
2	3,5	20	40	Frango	79,11 <sup>I</sup> ±0,01	36,70 <sup>J</sup> ±0,11
3	2,5	40	40	Frango	80,56 <sup>K</sup> ±0,51	38,75 <sup>M</sup> ±0,08
4	3,5	40	40	Frango	78,56 <sup>G</sup> ±0,01	36,56 <sup>H</sup> ±0,14
5	2,5	20	60	Frango	78,56 <sup>G</sup> ±0,51	39,26 <sup>N</sup> ±0,32
6	3,5	20	60	Frango	78,82 <sup>H</sup> ±0,51	39,78 <sup>O</sup> ±0,20
7	2,5	40	60	Frango	82,56 <sup>L</sup> ±0,01	44,76 <sup>Q</sup> ±0,11
8	3,5	40	60	Frango	79,38 <sup>J</sup> ±0,88	40,52 <sup>P</sup> ±0,46
9	2,5	20	40	Peru	73,45 <sup>A</sup> ±0,51	31,68 <sup>A</sup> ±0,06
10	3,5	20	40	Peru	74,57 <sup>B</sup> ±0,89	35,76 <sup>E</sup> ±0,17
11	2,5	40	40	Peru	75,22 <sup>C</sup> ±0,51	31,98 <sup>B</sup> ±0,08
12	3,5	40	40	Peru	75,80 <sup>D</sup> ±0,01	36,58 <sup>I</sup> ±0,51
13	2,5	20	60	Peru	74,62 <sup>B</sup> ±0,01	32,08 <sup>C</sup> ±0,89
14	3,5	20	60	Peru	75,80 <sup>D</sup> ±0,01	36,12 <sup>F</sup> ±0,01
15	2,5	40	60	Peru	76,20 <sup>E</sup> ±0,51	32,46 <sup>D</sup> ±0,11
16	3,5	40	60	Peru	76,92 <sup>F</sup> ±0,01	36,89 <sup>K</sup> ±0,41
17	3	30	50	Misto	78,63 <sup>GH</sup> ±0,01	38,56 <sup>L</sup> ±0,41
18	3	30	50	Misto	78,63 <sup>GH</sup> ±0,88	38,56 <sup>L</sup> ±0,21
19	3	30	50	Misto	78,63 <sup>GH</sup> ±0,01	38,56 <sup>L</sup> ±0,12

\*Todos os resultados são apresentados em % e representam os valores médios referentes a três determinações. Médias indicadas por letras iguais não diferem entre si ( $p < 0,05$ ), pelo Tukey, na coluna.

Conforme esperado, tendo em vista os resultados do capítulo I, a variável matéria-prima apresentou grande influência sobre os resultados, mostrando-se altamente significativa ( $p < 0,000000$ ) para o TP. Conforme se utilizou penas de peru, ocorreu uma redução, em média, de 4,19% no TP das farinhas analisadas. Pode-se observar nas Figuras B3 e B4 que a adição de penas de peru acarretou na redução do TP. Porém, apesar desta redução significativa ( $p < 0,05$ ), quando empregou-se maior pressão em interação com a inclusão de penas de peru houve um aumento significativo ( $p < 0,006742$ ) no TP da farinha de penas (Tabela B3). Acredita-se que a elevação da pressão possivelmente propiciou a hidrólise mais pronunciada da estrutura das penas de peru (rígida e tenaz) possibilitando o rompimento das ligações e conseqüentemente a obtenção de maior TP.

Observa-se na Tabela B3, que a interação entre as variáveis pressão e tempo de hidrólise apresentou comportamento proporcional relacionado à intensidade de hidrólise, aumentando o TP até um determinado valor podendo, no entanto, causar a

desnaturação protéica quando este valor for excedido. Verifica-se que, com a elevação das variáveis pressão e tempo de hidrólise houve uma redução significativa ( $p < 0,05$ ) de 0,88% no TP da farinha de penas. Acredita-se que, o aumento da pressão e do tempo de hidrólise, após um determinado ponto ideal (Tabela B2), fornece energia excedente a quebra de ligações necessária á disponibilização de proteínas e inicia-se então a desnaturação protéica resultando na redução do TP. Diante desta observação, Shirley e Parsons (2000) avaliaram que as condições de processamento submetido à baixa pressão podem requerer longo tempo de hidrólise e vice e versa.

Tabela B3 – Efeitos estimados nos teores protéicos da farinha de penas.

Fatores	Efeitos	Valor de p
Pressão (P)	-0,09367	0,741427
Tempo de hidrólise (TH)	1,46638	*0,000682
Tempo de Pré-secagem (TPS)	0,88138	*0,012263
Matéria-Prima (MP)	-4,18862	*0,000000
Pressão + Tempo de hidrólise	-0,87633	*0,012685
Pressão + Tempo de Pré-secagem	-0,16133	0,572494
Pressão + Matéria Prima	0,99367	*0,006742
Tempo + Tempo Pré-secagem	0,34862	0,238726
Tempo + Matéria-prima	-0,04138	0,883622
Tempo de Pré-secagem + Matéria-prima	0,24362	0,399608

\* significativas ( $p < 0,05$ )

% variação explicada ( $R^2$ ) = 97,3

A Tabela B4 apresenta a análise de variância (ANOVA) para os TP. Nota-se que o teste-F assegurou a validade do modelo descrito pela equação 3, visto que o F calculado apresentou um valor 63 vezes maior ao valor listado, para um intervalo de confiança de 95%. Portanto, pode-se afirmar que o modelo (Eq. 3) foi significativo e preditivo para o teor protéico.

Tabela B4 – Análise de variância (ANOVA) do delineamento proposto para o teor protéico da farinha de penas.

Fonte de variação	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	F calculado	Valor p
Regressão	94,72	5	18,94	189,40	0,000000
Resíduo	1,37	13	0,10		
Total	96,09	18			

$F_{5;13;0,05} = 3,02$

% variação explicada ( $R^2$ ) = 97,3

Avaliando-se os resultados da análise estatística pode-se verificar que foram significativas ( $p < 0,05$ ) para o teor protéico as variáveis tempo de hidrólise, tempo de

pré-secagem, matéria-prima, pressão em interação com o tempo de hidrólise e a interação entre a pressão com a matéria-prima. As demais variáveis e os efeitos de interação não foram significativas a um nível de confiança de 95%. O modelo codificado (Eq. 3) representa o comportamento do teor protéico em função das variáveis significativas ( $p < 0,05$ ).

$$\mathbf{TP} = 78,63702 + 0,01998 (\text{TH}) - 0,05312 (\text{MP}) - 0,00017 (\text{P}) (\text{TH}) + 0,00019 (\text{P}) (\text{MP})$$

(Eq. 3)

TP = Teor protéico (%)
TH = Tempo de hidrólise (Min.)
MP = Matéria-prima (%)
P = Pressão ( $\text{kgf/cm}^2$ )

Dessa forma, o modelo foi utilizado na construção das superfícies de resposta, permitindo a visualização dos processos que apresentaram influência significativa ( $p < 0,05$ ) sobre a variável TP.

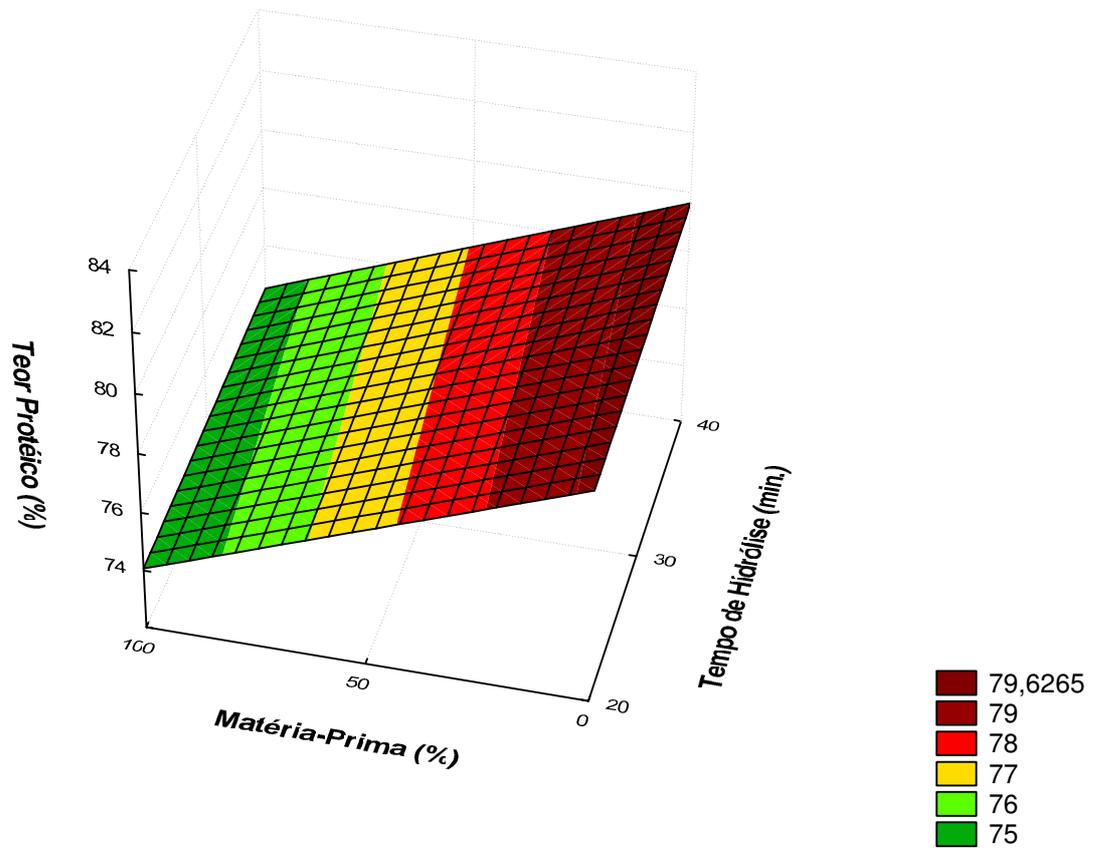


Figura B2 – Superfície de resposta da matéria-prima (%) e do tempo de hidrólise (min.) em função do teor protéico da farinha de penas.

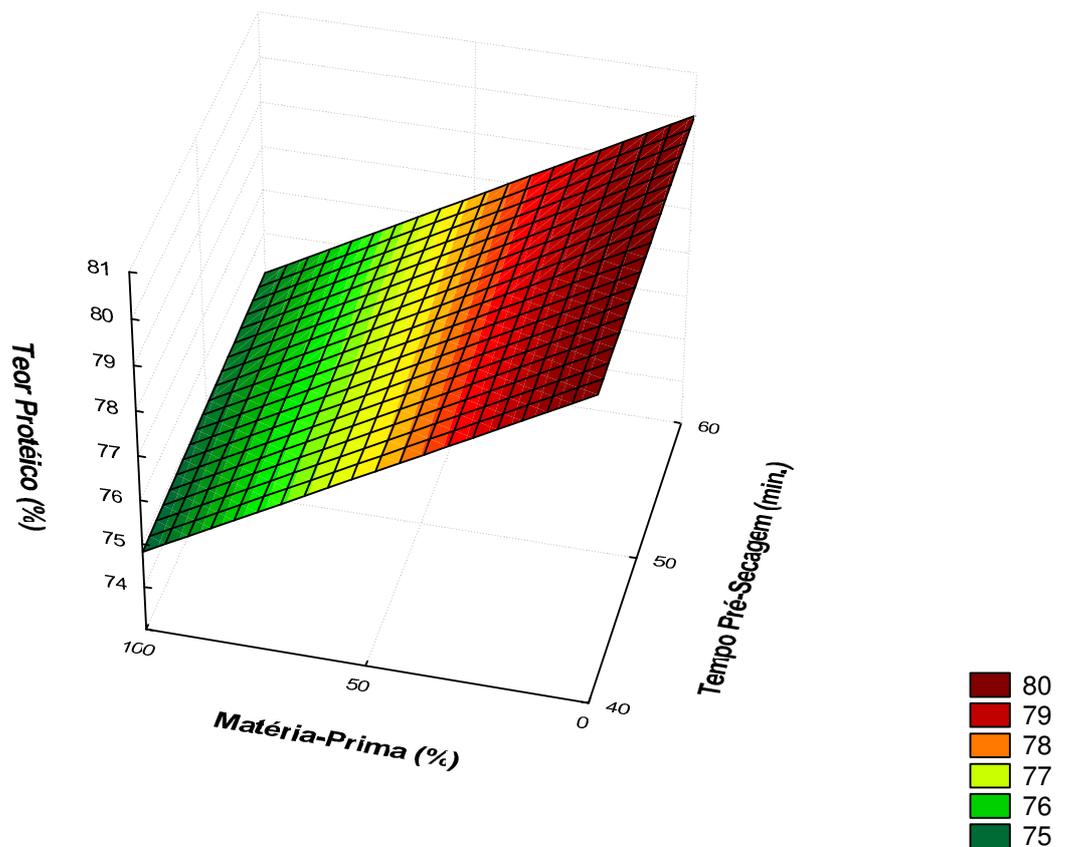


Figura B3 – Superfície de resposta da matéria-prima (%) e do tempo de pré-secagem (min.) em função do teor protéico da farinha de penas.

O valor de digestibilidade protéica, assim como o TP, no processo de farinha de penas é fundamental para viabilizar sua utilização como fonte protéica para o uso em rações. Os principais efeitos dos fatores independentes e suas interações sobre os resultados, para um nível de confiança de 95%, são apresentados na Tabela B5. Com a aplicação de maior tempo de pré-secagem houve uma elevação de 1,92% no VD da farinha de penas, mostrando-se significativo ( $p < 0,008799$ ), através da Figura B5 é possível visualizar esta elevação. Acredita-se que o aumento do valor de digestibilidade esteja vinculado com a secagem das penas hidrolisadas através de umidade relativamente alta realizada nos digestores, comparada com os processos rotineiros de fazer uso da secagem com ar quente proveniente diretamente da fornalha (secadores).

Tendo em vista os resultados do TP já era esperado que a variável matéria-prima apresentasse grande influência sobre os resultados do VD, essa se mostrou altamente significativa ( $p < 0,000015$ ). Observa-se na Tabela e Figura B5 que conforme

se utilizou penas de peru, para obtenção de farinha de penas, ocorreu um declínio, em média, de 5,16% no VD das farinhas analisadas.

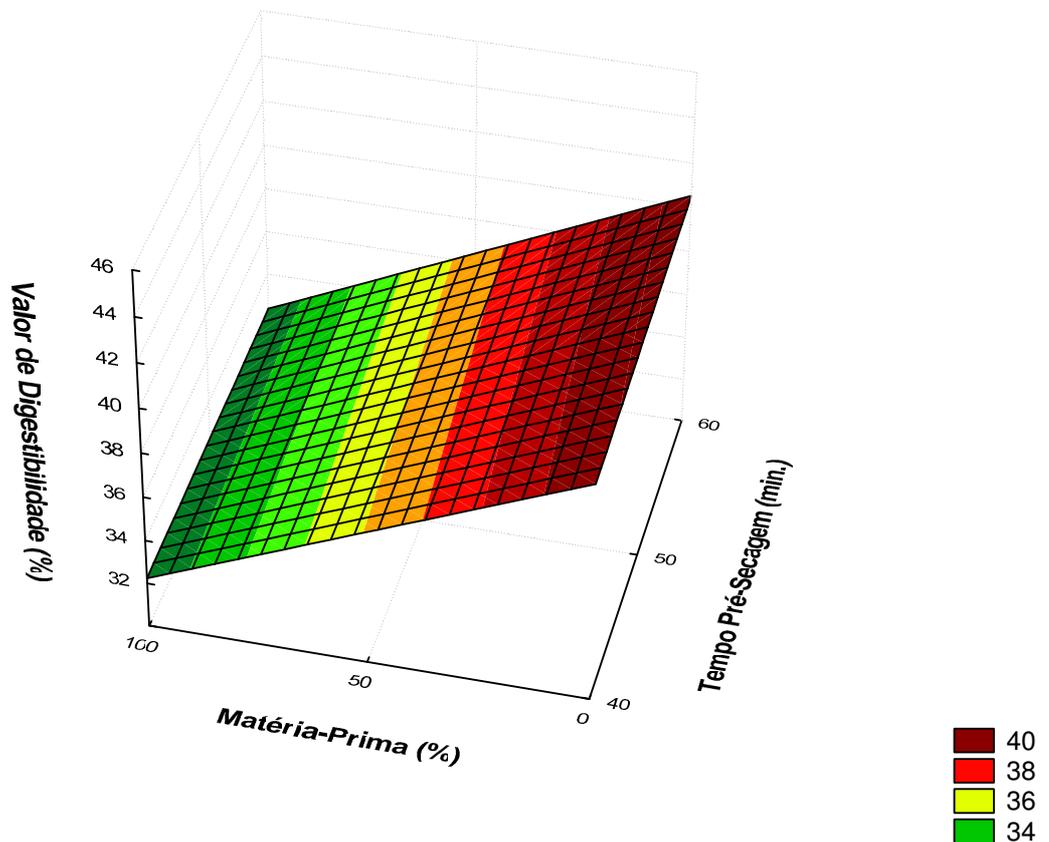


Figura B4 – Superfície de resposta da matéria-prima (%) e do tempo de pré-secagem (min.) em função do valor de digestibilidade da farinha de penas.

Porém, apesar da inclusão das penas de peru prejudicar significativamente ( $p < 0,05$ ) o aumento do VD, quando empregou-se maior pressão em interação com inclusão de penas de peru houve um aumento significativo ( $p < 0,000566$ ) de 3,08% no VD da farinha de penas. Acredita-se que a elevação da pressão possivelmente propiciou a hidrólise mais pronunciada da estrutura das penas de peru (rígida e tenaz) possibilitando o rompimento das ligações e conseqüentemente à obtenção de maior disponibilidade de aminoácidos. Rocha e Silva (2004) observaram que a matéria-prima é um fator muito importante para a qualidade protéica da farinha de penas.

Tabela B5 – Efeitos estimados nos valores de digestibilidade protéica da farinha de penas.

Fatores	Efeitos	Valor de p
Pressão (P)	1,20217	0,064037
Tempo (T)	1,08193	0,089020
Tempo de Pré-secagem (TPS)	1,92443	*0,008799
Matéria-Prima (MP)	-5,15557	*0,000015
Pressão + Tempo de hidrólise	-0,55217	0,352868
Pressão + Tempo de Pré-secagem	-0,01467	0,979742
Pressão + Matéria Prima	3,08533	*0,000566
Tempo + Tempo Pré-secagem	0,76557	0,208127
Tempo + Matéria-prima	-0,51443	0,384432
Tempo de Pré-secagem + Matéria-prima	-1,53693	*0,025103

\* significativas ( $p < 0,05$ )% variação explicada ( $R^2$ ) = 94,59

A Tabela B6 apresenta a análise de variância (ANOVA) para os VD da farinha de penas. Nota-se que o teste-F assegurou a validade do modelo descrito pela equação 4, visto que o F calculado apresentou valor 11,5 vezes superior ao valor listado, para um intervalo de confiança de 95%. Portanto, pode-se afirmar que o modelo (Eq.4) foi significativo e preditivo para a digestibilidade protéica.

Tabela B6 – Análise de variância (ANOVA) do delineamento proposto para o valor de digestibilidade da farinha de penas.

Fonte de variação	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	F calculado	Valor p
Regressão	179,66	4	44,92	35,65	0,000000
Resíduo	17,67	14	1,26		
Total	197,33	18			

F4;14;0,05 = 3,11

% variação explicada ( $R^2$ ) = 94,59

Avaliando-se os resultados da análise estatística pode-se verificar que foram significativos ( $p < 0,05$ ) para os valores de digestibilidade protéica as variáveis tempo de pré-secagem, matéria-prima, pressão em interação com a matéria-prima e a interação entre tempo de pré-secagem e matéria-prima. As demais variáveis e os efeitos de interação não foram significativas a um nível de confiança de 95%. O modelo expresso pela equação 4, foi gerado na forma codificada, representando o valor de digestibilidade protéica em função das variáveis significativas ( $p < 0,05$ ).

$$VD = 37,84849 + 0,02683 (TPS) - 0,06068 (MP) + 0,00060 (P) (MP) - 0,00030 (TPS)(MP)$$

(Eq. 4)

VD = Valor de digestibilidade protéica (%)
TPS = Tempo de pré-secagem (Min.)
MP = Matéria-prima (%)
P = Pressão (kgf/cm <sup>2</sup> )

O teste-F validou o modelo, sendo possível construir a superfície de resposta, permitindo a visualização do comportamento da farinha de penas em função das variáveis que apresentaram influência significativa ( $p < 0,05$ ) sobre essa variável dependente.

#### 4 CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste estudo enfatizam que o melhor processo, TP (82,56%) e VD (44,76%), para obtenção da farinha com 100% penas de frango ocorreu com 2,5 kgf/cm<sup>2</sup> de pressão, tempo de hidrólise de 40 min. e tempo de pré-secagem de 60 min.; para a farinha com 100% penas de peru, os melhores resultados, TP (76,92%) e VD (36,89%), foram obtidos com uma pressão de 3,5 kgf/cm<sup>2</sup>, tempo de 40 min. de hidrólise e 60 min. de pré-secagem; para a farinha mista, 50% penas de frango e 50% penas de peru, os resultados obtidos, TP (78,63%) e VD (38,56%), foram submetidos a pressão de 3,0 kgf/cm<sup>2</sup>, tempo de 30 min. de hidrólise e 50 min. de pré-secagem.

Verificou-se que o aumento no tempo de pré-secagem foi significativo ( $p < 0,05$ ) para elevar o TP e o VD. A incorporação de penas de peru na obtenção de farinha de penas foi significativa ( $p < 0,05$ ), representando uma redução nos resultados do TP e no VD.

Observou-se que o emprego de elevadas pressões e tempo de hidrólise acarretaram na redução do TP da farinha de penas. A inclusão de penas de peru e o aumento da pressão se mostraram significativos ( $p < 0,05$ ) na elevação do TP e do VD.

## REFERÊNCIAS

- ALDRICHI, G.; DARISTOTLE, A. **Petfood and the economic impact**. Proceedings: California Animal Nutrition Conference. California. p. 140-148. 1998.
- ALDRICH, G.; LYONS T.P; JACQUES K.A. **USA poultry meal: quality issues and concerns in pet foods**. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries 467. 2007.
- BELLAVER, C. BRUM, P.A.R.; LIMA, G.M.M.; BOFF, J; KERBER, J. Substituição Parcial do Farelo de Soja pela farinha de vísceras de aves em dietas balanceadas com base na proteína e em aminoácidos totais ou digestíveis para frango de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Brazilian Journal of Poultry Science, Campinas, v. 3, n. 3, p. 233-240, 2001b.
- BELLAVER, C. **Uso de resíduos de origem animal na alimentação de frangos de corte**. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA 2., 2002. **Anais...** Chapecó: ACAV-EMBRAPA. p. 6-22. 2002a.
- BELLAVER, C. **Resíduos industriais (farinhas, óleos e sebos), onde colocá-los frente às restrições de mercado?** In: Seminário Internacional da Industrialização da Carne, 4. Anais. Campinas: ABEF, 2002b. 2002.
- BELLAVER, C. **Determinação da solubilidade protéica de farinhas de subproduto de aves com a pepsina em baixa concentração**. Conferência APINCO. FACTA. Campinas, p. 82, 2003.
- BELLAVER, C; COSTA, F. A. C; AVILA, V. S; FRAHA, M; LIMA, G, J, M, M; HACHENHAR, L; BARDIR, P. **Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte**. Cienc. Rural [online]. vol. 35, n.3, pp. 671-677. 2005.
- BRASIL. **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. São Paulo, 2009.
- BRUGALLI, I. ALBINO, L. F. T; SILVA, D. J; GOMES, P. C; ROSTAGNO, H. S; SILVA, M. A. S. Efeito do tamanho da partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.28, n.4, p.753-757, 1999.
- EYNG, C; NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T; NUNES, C. G. V.; POZZA, P. C. P. Composição química e aminoacídica e coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de penas e sangue determinados em galos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia** [online]. v. 41. Nº 1. p. 80-85. 2012.

LATSHAW J. D. **Quality of feather meal as affected by feather processing conditions.** *Poult. Sci., Savoy*, v. 69, p. 953-958, 1990.

MOURA, C.C. Farinha de penas e sangue em rações para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.4, p.632-641, 1994.

PENZ, J. R. A. M. **Justificativas para o uso de proteínas e gorduras de ruminantes para a alimentação de aves e suínos.** Documento pessoal enviado ao Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. SINDIRAÇÕES, 2004.

PEREIRA, L.E.J. Farinha de vísceras de aves em substituição ao farelo de soja na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.6, p.930-939, 1994.

ROCHA T. C.; SILVA, B. A. N. **Utilização da Farinha de Penas na Alimentação de Animais Monogástricos.** *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 1, n. 1, Artigo Número 5. p. 35-43, julho/agosto de 2004.

ROMBOLA, L. G; FARIA, D. E; DEPONTI, B. J; SILVA, F. H. A; FILHO, D. E. F; JUNQUEIRA, O. M. **Fontes de metionina em rações formuladas com base em aminoácidos totais ou digestíveis para frangas de reposição leves e semipesadas.** *R. Bras. Zootec.* [online]. vol. 37. N° 11. p. 1990-1995. 2008.

SHIRLEY, R. B.; PARSONS, C. M. **Effect of pressure on amino acid digestibility of meat and boné meal for poultry.** *Poultry Sciences*, v. 79, p. 1775-1781, 2000.

SILVA, J. H. V.; MUKAMI, F.; ALBINO, L. F. T. **Uso de rações à base de aminoácidos digestíveis para poedeiras.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 5, p. 1446-1451, 2000.

STATSOFT Inc. STATISTICA for Windows. Versão 7.0. Tulsa, 2004.

**CAPITULO III – AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE DIFERENTES  
PERCENTUAIS DE SANGUE SOBRE O TEOR PROTÉICO E O VALOR DE  
DIGESTIBILIDADE DA PROTEINA DA FARINHA DE PENAS**

## RESUMO

Com o objetivo de elevar o teor protéico (TP) e o valor de digestibilidade protéica (VD) na farinha de penas hidrolisadas determinou-se o melhor processo fazendo uso da adição de sangue coagulado. Foram utilizados os seguintes tratamentos: Pressão de 2,00, 2,25 e 2,50 kgf.cm<sup>-2</sup>, tempo de hidrólise de 20, 30 e 40 min., matéria-prima contendo 100% penas de frango, 100% penas de peru e a terceira composição com 50% penas de frango e 50% penas de peru e adição de sangue nos percentuais de 10, 15 e 20%. O maior TP obtido foi através da dosagem de 20% de sangue para as duas matérias-primas. Os níveis das variáveis de processo com os quais se obteve os mais elevados TP (84,56%) e VD (47,96%) foram 2,5 kgf.cm<sup>-2</sup> de pressão e 40 min. de hidrólise. O aumento no percentual de sangue e no tempo de hidrólise foi significativo (p<0,05) para aumentar tanto o TP como o VD da farinha de penas. Com a incorporação de penas de peru ocorreu uma redução significativa (p<0,05) no TP e no VD. Com o emprego de elevado tempo de hidrólise em interação com a adição de penas de peru, resultou na redução significativa (p<0,05) do VD. Apesar da adição de sangue apresentar-se significativa (p<0,05), necessita-se de cautela, pois na farinha de penas hidrolisadas é permitida a participação de sangue desde que a sua inclusão não altere de maneira expressiva a composição média do produto acabado, uma vez que essa inclusão caracterizaria outra classe de farinha, a farinha de penas e sangue.

Palavras-chave: Teor protéico. Valor de digestibilidade. Sangue coagulado. Variáveis de processo. Farinha de penas.

## ABSTRACT

Aiming to raise the protein content (PC) and digestibility value (DV) in hydrolyzed feather meal determined the best process making use of the addition of gore. We used the following treatments: pressure of 2.00, 2.25 and 2.50 kgf.cm<sup>-2</sup>, hydrolysis time of 20, 30 and 40 minutes, a raw material containing 100 % chicken feathers, 100 % feather turkey and the third composition with 50 % chicken feathers and 50% turkey feathers and blood adding the percentages of 10, 15 and 20%. The higher PC was obtained by measuring blood of 20% for the two raw materials. The levels of the process variables which are obtained with the highest TP (84,56%) and DV (47,96%) was 2,5 kgf.cm<sup>-2</sup> pressure and 40 minutes of hydrolysis. The increase in the percentage of blood and the hydrolysis time was significant (p<0,05) increase both PC and DV; With the incorporation of turkey feathers there was a significant reduction (p<0,05) and PC the DV. With the use of high hydrolysis time in interaction with the addition of turkey feathers, resulted in significant reduction (p<0,05) of the DV. Despite the addition of blood present significant (p<0,05), it requires caution, because the hydrolyzed feather meal is allowed to participate in blood since its inclusion does not change more significantly the average composition of the product over, since that characterize inclusion another class of flour, meal, feather meal and blood.

Key-words: Protein content. Value digestibility. Gore. Process variables. Feather meal.

## 1 INTRODUÇÃO

A alimentação representa a maior parte dos custos na produção avícola; medidas para reduzir esses custos podem significar lucro para o setor (BARBOSA, 2008).

A prática de alimentar os não-ruminantes com dietas contendo farinhas de carne, sangue, vísceras e penas como fonte de proteína, substituindo o farelo de soja (FS), é bastante comum nas empresas brasileiras, sendo que essas matérias-primas apresentam custo relativamente baixo e são boas fontes de nutrientes quando bem processadas (MOURA et al., 1994; PEREIRA et al., 1994; BRUGALLI et al., 1999; BELLAVÉR et al., 2001b).

Segundo Scapim (2003), há alguns trabalhos, principalmente, no exterior, utilizando diferentes métodos de processamento, no intuito de definir os parâmetros ótimos para processamento de farinhas de penas e farinhas de sangue e, conseqüentemente, o efeito desses processamentos sobre o valor nutritivo dessas farinhas.

A farinha de sangue é proveniente da dessecação do sangue fresco das aves abatidas, embora contenha cerca de 80% a 90% de proteína bruta e seja muito rica em lisina, triptofano, treonina e fenilalanina, mostra-se deficiente em outros aminoácidos, portanto sua digestibilidade depende de seu processo de fabricação (TORRES, 1977).

De acordo com Holanda (2009), a farinha de penas hidrolisadas pode ser utilizada nas dietas de frangos de corte fêmeas em até 8%, sem causar prejuízo do ganho de peso. Porém o autor chama atenção para o fato das limitações no uso de farinha de penas e farinha de sangue, em função da baixa qualidade de suas proteínas e à limitada digestibilidade desses produtos.

De acordo com Sampaio et al., 2001, digestibilidade aparente de espécies de peixes demonstram que ingredientes com semelhante composição química podem apresentar diferentes coeficientes de digestibilidade. No caso dos peixes, nem sempre uma ração com alto teor de proteína promove o melhor desempenho produtivo, sendo importante avaliar a qualidade da proteína determinada pelo seu equilíbrio em aminoácidos essenciais e sua digestibilidade, ou seja, o quanto da proteína (aminoácidos) é absorvida no trato digestório. Estes resultados devem ser considerados na formulação da ração, pois somente a partir de rações com altos

coeficientes de digestibilidade será possível se obter melhores respostas para conversão alimentar.

Poucos estudos têm sido relatados na literatura sobre as alterações na qualidade da proteína de origem animal para o desempenho dos animais. Uma vez que no processamento envolvendo calor e agitação mecânica a qualidade da proteína pode ser afetada (ALDRICH et al., 2007)

O presente trabalho buscou avaliar a influência da adição de diferentes percentuais de sangue sobre o teor protéico e valor de digestibilidade protéica da farinha de penas hidrolisadas.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 MATERIAL**

O sangue coagulado de aves utilizado neste trabalho foi obtido de frigoríficos da região, sendo transportado através de veículos da própria empresa. A distância máxima entre os frigoríficos e a empresa é de 200 km, não alterando as características físico-químicas e microbiológicas do material. A temperatura que esse sangue foi recebido não ultrapassou 25 °C.

As penas de aves utilizadas para esse trabalho, visando à produção de farinhas de penas, foram cedidas e processadas por uma empresa no Sudoeste do Paraná. Todos os reagentes utilizados para os ensaios de proteína foram de grau analítico (P.A.).

### **2.2 MÉTODOS**

#### **2.2.1 Processamento Industrial da Farinha de penas**

As penas foram processadas em um digestor (tipo cilíndrico, com camisa de vapor, provido de equipamento de controle de pressão – Marca: Prestatti – Modelo: DDP 13000. N° 3013-09 série 01 – Capacidade: 6.750 litros) que trabalhou em batelada. O processo de cocção (pressão e vapor) das penas ocorreu em 35 min. a uma pressão de 2,0 kgf.cm<sup>-2</sup>. Em seguida houve a etapa de pré-secagem no digestor por 20 min. Descarregadas em um percolador seguiram por uma rosca helicoidal até

um secador primário rotativo (Marca: Prestatti. Modelo SPF 3000. N° 0029-10. Série: 01 – Capacidade 30000 kg/batelada), onde a temperatura atingiu em média 120 °C. Na sequência, seguem para um secador secundário rotativo (Marca Prestatti – Modelo: SRP 5000. N° 260-05 - capacidade: 2500 kg/hora), atingindo uma temperatura máxima de 100°C. Na última etapa do processo ocorreu a moagem das penas em um moinho de martelos (Marca: Prestatti – capacidade: 4000 kg/hora). O processo geral pode ser visualizado na Figura C1.

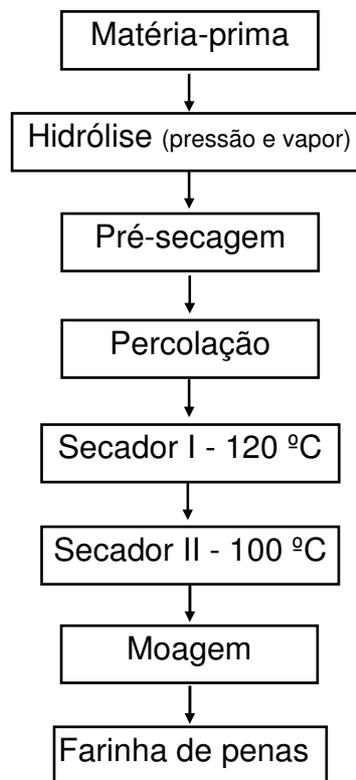


Figura C1 – Fluxograma de produção das farinhas de penas.

### 2.2.2 Caracterização do sangue coagulado

Visando conhecer as quantidades de sangue a ser adicionado nas penas, a primeira etapa foi fazer a caracterização físico-química do sangue coagulado, onde através de ensaios realizados em triplicata obteve-se o teor protéico e o valor de digestibilidade protéica deste subproduto.

### 2.2.3 Dosagens de sangue coagulado

Após o carregamento das penas no digestor adicionou-se um percentual de sangue coagulado junto às mesmas. As concentrações utilizadas foram 10, 15 e 20%. Para efetuar o carregamento do digestor foi utilizado o tempo como marcador, sabendo-se que em 12 minutos a quantidade de penas que a rosca transporta para o digestor é de 6.000 kg, então a primeira dosagem foi feita adicionando-se 5.400 kg de penas mais 600 kg de sangue coagulado representando 10%, na segunda dosagem adicionou-se 5.100 kg de penas mais 900 kg de sangue coagulado representando 15% e na última batelada adicionou-se 4.800 kg de penas mais 1.200 kg de sangue coagulado representando 20%.

### 2.2.4 Amostragem de farinha de penas hidrolisadas com adição do sangue

As amostragens das farinhas de penas com adição de sangue foram realizadas diretamente nos “*big bags*” com capacidade de 1500 kg, após a embalagem do produto obtido de uma batelada, das farinhas submetidas às condições propostas por este estudo, através de uma sonda de mão, conhecida como calador (apresentado no capítulo II), retirando cerca de 50 g de farinhas, procedimento repetido 10 vezes em vários lugares do bag, até conseguir um montante de 500 g., para obtenção de uma amostra composta. A redução da amostra foi feita através do método de quarteamento. O resultado final desse processo de amostragem gerou uma amostra laboratorial de 75 g. (BRASIL, 2009).

### 2.2.5 Determinação do teor protéico (TP)

Essa determinação está descrita no capítulo I deste trabalho.

### 2.2.6 Determinação do valor de digestibilidade protéica (VD)

Essa determinação está descrita no capítulo I deste trabalho.

### 2.2.7 Delineamento experimental

Aplicou-se análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey á 95% de confiança para avaliar os resultados das farinhas de penas. Os dados experimentais foram analisados com auxílio do programa Statistica 7.0 para Windows (STATSOFT, 2004). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Para verificar a relação entre as variáveis (fatores independentes) relevantes ao processo e as variáveis dependentes foram utilizadas técnicas de planejamento fatorial e metodologia de superfície de resposta (RSM). Foi empregado um planejamento fatorial  $2^4$  com três pontos centrais, totalizando 19 (dezenove) ensaios. As variáveis independentes foram pressão, tempo de hidrólise, adição de sangue e matéria-prima, enquanto as variáveis dependentes foram teor protéico (%) e valor de digestibilidade. A Tabela C1 apresenta as variáveis independentes e seus respectivos níveis reais e codificados, os mesmos foram definidos de acordo com ensaios preliminares.

Tabela C1 – Valores reais das variáveis do planejamento experimental e seus respectivos níveis codificados para verificação do TP e do VD da farinha de penas.

<b>Variáveis / Níveis</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>
Pressão (kgf.cm <sup>-2</sup> )	2,0	2,25	2,5
Tempo de Hidrólise (Min.)	20	30	40
Adição de sangue (%)	10	15	20
Matéria-prima (% penas frango / % penas peru)	100/0	50/50	0/100

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos (Tabela C2), o experimento onde se obteve o maior TP (84,56%) e VD (47,96%) foi o ensaio 12, fazendo uso somente de penas de frango na composição da farinha. Para este processo foi utilizado uma composição de 20% de sangue, pressão de 2,5 kgf.cm<sup>-2</sup> e tempo de 40 min. de hidrólise. Para o processo apenas com penas de peru o ensaio mais adequado foi o 16, sendo os maiores valores de TP (79,12%) e VD (34,10%) também obtidos através da composição de 20% de sangue, pressão de 2,5 kgf.cm<sup>-2</sup> e tempo de hidrólise de 40 min.

Tabela C2 – Matriz de planejamento experimental com resultados obtidos para o teor protéico (TP) e valor de digestibilidade (VD), fazendo uso das variáveis: pressão (P), tempo de hidrólise (TH), matéria-prima (MP) e adição de sangue (%S).

ENSAIO	P	TH	MP	%S	*TP	*VD
1	2,0	20	Frango	10%	78,82 <sup>H</sup> ±0,01	39,58 <sup>I</sup> ±0,08
2	2,5	20	Frango	10%	79,20 <sup>J</sup> ±0,14	40,12 <sup>J</sup> ±0,32
3	2,0	40	Frango	10%	81,50 <sup>N</sup> ±0,01	45,10 <sup>N</sup> ±0,14
4	2,5	40	Frango	10%	83,20 <sup>P</sup> ±0,14	45,39 <sup>O</sup> ±0,32
5	2,0	20	Peru	10%	73,50 <sup>A</sup> ±0,11	32,54 <sup>A</sup> ±0,01
6	2,5	20	Peru	10%	73,86 <sup>B</sup> ±0,01	32,89 <sup>D</sup> ±0,32
7	2,0	40	Peru	10%	75,58 <sup>U</sup> ±0,20	32,58 <sup>B</sup> ±0,14
8	2,5	40	Peru	10%	76,51 <sup>F</sup> ±0,51	32,7 <sup>C</sup> ±0,08
9	2,0	20	Frango	20%	79,98 <sup>K</sup> ±0,01	41,28 <sup>K</sup> ±0,14
10	2,5	20	Frango	20%	80,74 <sup>L</sup> ±0,46	41,73 <sup>M</sup> ±0,01
11	2,0	40	Frango	20%	83,50 <sup>Q</sup> ±0,11	47,23 <sup>P</sup> ±0,17
12	2,5	40	Frango	20%	84,56 <sup>H</sup> ±0,01	47,96 <sup>Q</sup> ±0,01
13	2,0	20	Peru	20%	74,86 <sup>C</sup> ±0,88	33,48 <sup>F</sup> ±0,46
14	2,5	20	Peru	20%	75,61 <sup>E</sup> ±0,07	33,15 <sup>E</sup> ±0,11
15	2,0	40	Peru	20%	77,88 <sup>G</sup> ±0,89	33,56 <sup>G</sup> ±0,41
16	2,5	40	Peru	20%	79,12 <sup>I</sup> ±0,01	34,10 <sup>H</sup> ±0,01
17	2,25	30	Mista	15%	80,92 <sup>M</sup> ±0,17	41,68 <sup>L</sup> ±0,08
18	2,25	30	Mista	15%	80,92 <sup>M</sup> ±0,11	41,68 <sup>L</sup> ±0,32
19	2,25	30	Mista	15%	80,92 <sup>M</sup> ±0,89	41,68 <sup>L</sup> ±0,32

\*Todos os resultados são apresentados em % e representam os valores médios referentes a três determinações. Médias indicadas por letras iguais não diferem entre si ( $p < 0,05$ ), pelo Tukey, na coluna.

Segundo os ensaios analíticos, o sangue coagulado apresentou elevado teor protéico, 89,50% ±0,01 e valor de digestibilidade protéica sendo de 92,34% ±0,09, situação favorável para o uso como fonte protéica junto as penas de aves.

Através do uso de estimativas de efeito (Tabela C3) é possível verificar que a variável adição de sangue apresentou influência sobre os resultados, mostrando-se significativa ( $p < 0,003273$ ) aumentando em 1,5% o TP da farinha de penas. Esse aumento pode ser verificado na Figura C4. Acredita-se que essa elevação esteja relacionada ao alto TP, 89,50%, encontrado no sangue coagulado, o qual foi caracterizado para este trabalho. Sob o mesmo aspecto, Scapim (2003) caracterizou o processamento de penas com sangue, para obtenção de farinha para alimentação de frangos de corte com TP de 80,97%, esse índice foi obtido com um tempo de 30 min. de hidrólise e uma pressão de 4 kgf.cm<sup>-2</sup>. Porém, tal trabalho utilizou somente

uma composição de sangue (20%) e uma pressão (4 kgf.cm<sup>-2</sup>). As variáveis utilizadas foram tempo de hidrólise (30, 40, 50 e 60 min.) e tempo de secagem (75, 90, 105 e 120 min. a 180 °C).

Tabela C3 – Efeitos estimados nos teores protéicos da farinha de penas adicionada de sangue.

Fatores	Efeitos	Valor de p
Pressão (P)	0,64325	0,115267
Tempo (T)	2,90575	*0,000044
Matéria-Prima (MP)	-5,82675	*0,000000
Adição de Sangue (%S)	1,50575	*0,003273
Pressão + Tempo	0,58431	0,147644
Pressão + Matéria Prima	0,17181	0,650015
Pressão + Adição de Sangue	0,30431	0,428080
Tempo + Matéria-prima	-0,09569	0,799588
Tempo + Adição de Sangue	0,55681	0,165187
Matéria Prima + Adição de Sangue	0,49431	0,212151

\* significativas (p<0,05)

% variação explicada (R<sup>2</sup>) = 97,66

O emprego de maior tempo de hidrólise mostrou-se muito significativo (p<0,000044) elevando 2,9% o TP da farinha de penas (Tabela C3). Neste mesmo contexto, a influência do tempo de hidrólise foi observada por Naber et al. (1961) e Papadopoulos et al. (1985), citados por Scapim (2003), segundo esses autores, um tempo não padronizado, durante o processamento de farinha de penas, altera a estrutura das proteínas e favorece diferentes tipos de ligações entre proteínas e substâncias como gorduras e carboidratos e essas novas ligações químicas podem comprometer a disponibilidade dos aa. Rocha e Silva (2004) também observaram que o tempo de processamento nos digestores é um fator muito importante para a qualidade protéica da farinha de penas, uma vez que, um processamento excessivo pode gerar um produto com baixo TP, e um processamento insuficiente ocasionará uma hidrólise incompleta (baixo TP e VD) das penas, que não serão digeridas pelos animais.

Em estudo realizado por Laboissière et al. (2010) em se tratando dos processamentos de farinha de penas e sangue (FPS), usados para a fase inicial de frangos de corte, não relatado o percentual de sangue utilizado, concluíram que, as dietas com FPS fazendo uso de 2,5 kgf.cm<sup>-2</sup> de pressão e tempo de 30 min. de hidrólise foram as que obtiveram melhor desempenho no crescimento dos frangos. Esses parâmetros se aproximaram do trabalho aqui apresentado, pois o melhor

processo foi obtido na mesma pressão ( $2,5 \text{ kgf.cm}^{-2}$ ), porém com um tempo de processo de 40 min.

Na Tabela C3 é possível verificar que a variável matéria-prima apresentou-se altamente significativa (valor p 0,000000) para o TP, visto que, com a incorporação de penas de peru houve uma redução, em média de 5,83% no TP das farinhas de penas, as Figuras C3 e C4 expressam essa variação. De acordo com Pérez-Calvo (2010) à composição da matéria-prima, com diferentes condições de processamento, possui uma grande influência do TP das farinhas.

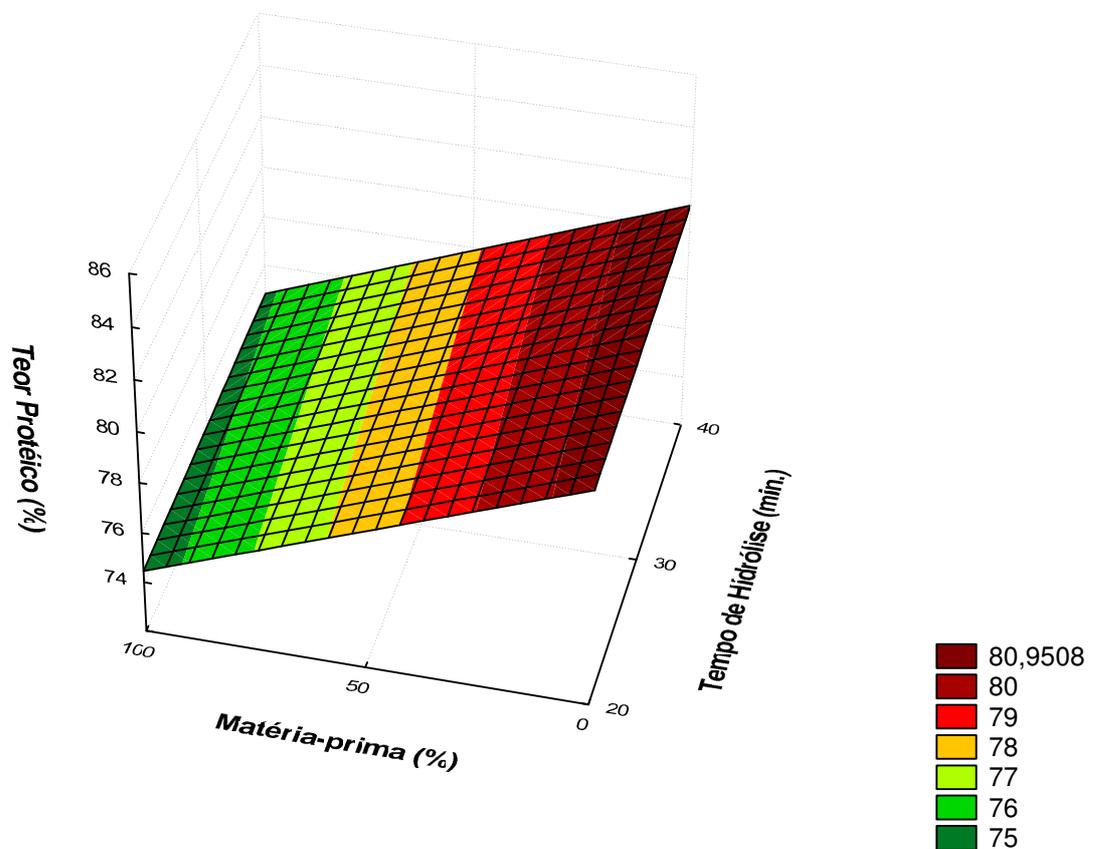


Figura C2 – Superfície de resposta da matéria-prima (%) e do tempo de hidrólise (min.) em função do teor protéico da farinha de penas.

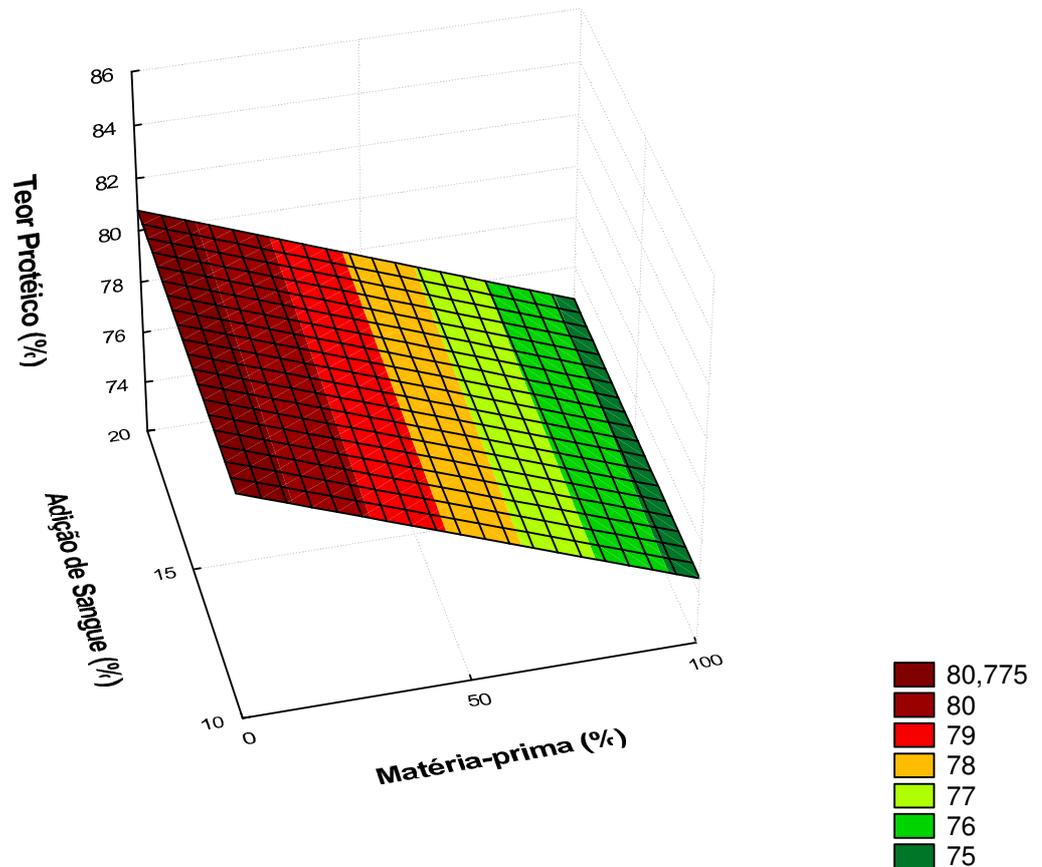


Figura C3– Superfície de resposta da matéria-prima (%) e da adição de sangue (%) em função do teor protéico da farinha de penas.

A Tabela C4 apresenta a análise de variância (ANOVA) para os TP da farinha de penas. Observa-se que o teste-F assegurou a validade do modelo de acordo com a equação 3, uma vez que o F calculado apresentou valor de 87,6 vezes superior ao valor listado, para um intervalo de confiança de 95%. Portanto, pode-se afirmar que o modelo (Eq. 3) foi significativo e preditivo para o teor protéico da farinha de penas.

Tabela C4 – Análise de variância (ANOVA) do delineamento proposto para os teores protéicos de farinha de penas hidrolisadas.

Fonte de variação	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	F calculado	Valor p
Regressão	190,28	3	63,43	288,32	0,000000
Resíduo	3,23	15	0,22		
Total	193,51	18			

$$F_{3;15;0,05} = 3,29$$

$$\% \text{ variação explicada } (R^2) = 97,66$$

Avaliando-se os resultados da análise estatística pode-se verificar que foram significativas ( $p < 0,05$ ) para o teor protéico as variáveis tempo de hidrólise, matéria-

prima e adição de sangue. As demais variáveis e os efeitos de interação não foram significativas a um nível de confiança de 95%. O modelo codificado expresso pela equação 3 representa o comportamento do teor protéico em função das variáveis significantes ( $p < 0,05$ ).

$$\text{TP} = 80,12857 + 0,01826 (\text{TH}) - 0,06200 (\text{MP}) \quad (\text{Eq. 3})$$

TP = Teor protéico (%)

TH = Tempo de hidrólise (Min.)

MP = Matéria-prima (%)

Dessa forma, o modelo foi utilizado na construção da superfície de resposta, permitindo a visualização das variáveis que apresentaram influência significativa ( $p < 0,05$ ) sobre o TP da farinha de penas.

Assim como na avaliação do TP, a variável adição de sangue apresentou influência significativa ( $p < 0,011045$ ) elevando 1,20% o valor de digestibilidade da farinha de penas (Tabela C5). Acredita-se que este aumento está relacionado com a adição da fonte protéica, visto que a mesma apresenta elevado VD (92,34%). Sob o mesmo aspecto, Scapim (2003) caracterizou o processamento de penas com sangue, para obtenção de farinha para alimentação de frangos de corte com VD (61,09%) elevados, esse índice foi obtido com um tempo de 30 min. de hidrólise e uma pressão de 4 kgf.cm<sup>-2</sup>. Porém, tal trabalho utilizou somente uma composição de sangue (20%) e uma pressão (4 kgf.cm<sup>-2</sup>). As variáveis utilizadas foram tempo de hidrólise (30, 40, 50 e 60 min.) e tempo de secagem (75, 90, 105 e 120 min. a 180 °C).

A variável tempo de hidrólise se mostrou muito significativa ( $p < 0,000068$ ), elevando em 2,72% o VD da farinha de penas, através da Figura C5 é possível verificar o aumento no VD com o emprego de maior tempo de hidrólise. Naber et al. (1961) e Papadopoulos et al. (1985), citados por Scapim (2003), observaram que um tempo não padronizado, durante o processamento de farinha de penas, altera a estrutura das proteínas e favorece diferentes tipos de ligações entre proteínas e substâncias como gorduras e carboidratos e essas novas ligações químicas podem comprometer a disponibilidade dos aminoácidos.

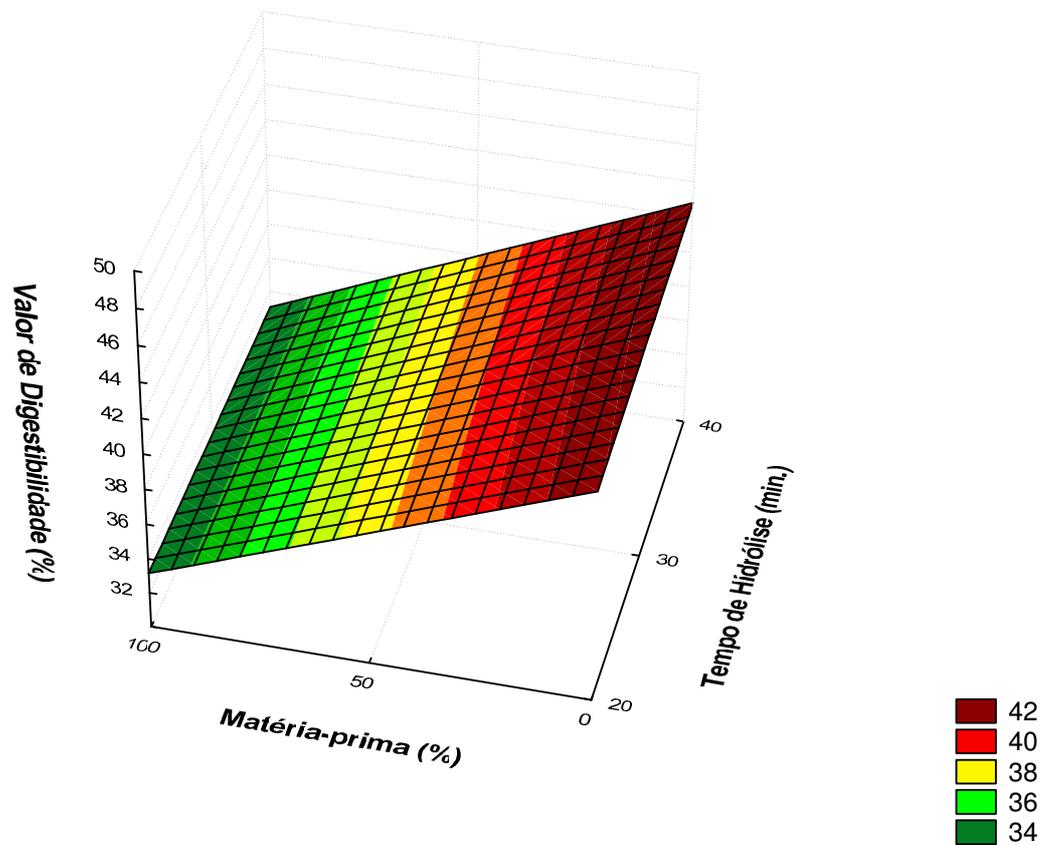


Figura C4 – Superfície de resposta da matéria-prima (%) e do tempo de hidrólise (min.) em função do valor de digestibilidade da farinha de penas.

Assim como na avaliação do TP a variável matéria-prima apresentou grande influência sobre os valores de digestibilidade protéica, mostrando-se altamente significativa ( $p < 0,000000$ ). Observa-se que conforme se incluiu penas de peru na farinha de penas, ocorreu uma redução média de 10,68% no VD da farinha de penas (Tabela C5), é possível observar esse fato na Figura C5. Eyng et al. (2012) avaliaram que a disponibilidade dos aminoácidos pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles, composição, origem, porcentagem de inclusão da matéria-prima, utilizados no processamento de farinha de penas.

Tabela C5 – Efeitos estimados nos valores de digestibilidade protéica da farinha de penas adicionada de sangue.

Fatores	Efeitos	Valor de p
Pressão	0,0827	0,825389
Tempo	2,7277	*0,000068
Matéria-Prima	-10,6773	*0,000000
Adição de Sangue	1,1927	*0,011045
Pressão + Tempo de hidrólise	0,3349	0,383387
Pressão + Matéria Prima	0,0849	0,821059
Pressão + Adição de Sangue	0,2599	0,494550
Tempo + Matéria-prima	-2,5101	*0,000123
Tempo + Adição de Sangue	0,5699	0,155199
Matéria Prima + Adição de Sangue	-0,3051	0,425149

\* significativas ( $p < 0,05$ )

% variação explicada ( $R^2$ ) = 99,17

A digestibilidade da proteína em pepsina é um dos parâmetros mais importantes para a determinação de qualidade. Latshaw (1990) afirmou que as farinhas de penas com alto VD podem apresentar baixo valor nutritivo. Conforme o autor, o aumento do tempo e/ou da pressão de processamento pode, ao mesmo tempo, aumentar a digestibilidade da proteína em pepsina e afetar negativamente o VD de alguns aa. Segundo estudos realizados por Wang & Parson (1998) quando a pressão de processamento dos resíduos de frigoríficos for superior as convencionais, geralmente o VD dos aa é mais baixo. Sendo assim, diferenças nos sistemas de processamento podem causar variabilidade substancial no VD dos aminoácidos

A Tabela C6 apresenta a análise de variância (ANOVA) para os VD da farinha de penas. Nota-se que o teste-F assegurou a validade do modelo, visto que o F calculado apresentou valor muito superior (232,8 vezes) ao valor listado, para um intervalo de confiança de 95%. Portanto, pode-se afirmar que o modelo (Eq. 4) foi significativo e preditivo para o valor de digestibilidade protéica da farinha de penas.

Tabela C6 – Análise de variância (ANOVA) do delineamento proposto para os valores de digestibilidade da farinha de penas hidrolisadas.

Fonte de variação	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	F calculado	Valor p
Regressão	550,25	4	137,56	724,00	0,000000
Resíduo	2,60	14	0,19		
Total	552,85	18			

$F_{4;14;0,05} = 3,11$

% variação explicada ( $R^2$ ) = 99,17

Avaliando-se os resultados da análise estatística pode-se verificar que foram significativas ( $p < 0,05$ ) para o valor de digestibilidade protéica as variáveis tempo de hidrólise, matéria-prima, adição de sangue e a interação entre o tempo de hidrólise e

a matéria prima. As demais variáveis e os efeitos de interação não foram significativas a um nível de confiança de 95%. O modelo codificado expresso pela equação 4 representa o comportamento do VD em função das variáveis significativas ( $p < 0,05$ ).

$$\text{VD} = 40,98702 + 0,04177 (\text{TH}) - 0,07767 (\text{MP}) - 0,00047 (\text{TH}) (\text{MP}) \quad (\text{Eq. 4})$$

VD = Valor de digestibilidade (%)

TH = Tempo de hidrólise (Min.)

MP = Matéria-prima (%)

Dessa forma, o modelo foi utilizado na construção da superfície de resposta, permitindo a visualização dos processos que apresentaram influência significativa ( $p < 0,05$ ) sobre essa variável.

#### 4 CONCLUSÕES

A adição de uma fonte protéica, sangue coagulado, e o emprego de elevado tempo de hidrólise foram significativos ( $p < 0,05$ ) para aumentar o TP e o VD da farinha de penas. No entanto, com a inclusão de penas de peru ocorreu uma redução significativa ( $p < 0,05$ ) no valor dessas variáveis.

O TP e o VD mais elevados foram respectivamente 84,56% e 47,96% para a farinha composta por 100% penas de frango submetidas á pressão de 2,5 kgf.cm<sup>-2</sup>, tempo de hidrólise 40 min. e adição de 20% de sangue. Na obtenção da farinha com 100% penas de peru, os valores mais elevados foram 79,12% de TP e 34,10% para o VD utilizando-se 2,5 kgf.cm<sup>-2</sup> de pressão, 40 min. de hidrólise e 20% de sangue. Para a farinha mista, 50% penas de frango e 50% penas de peru, os resultados obtidos, TP 80,92% e VD 41,68%, ocorreram através da aplicação de 2,25 kgf.cm<sup>-2</sup> de pressão, 30 min. de hidrólise e 15% de sangue.

#### 5 CONCLUSÕES GERAIS

As variáveis de processo que foram significativas ( $p < 0,05$ ) para o alcance dos maiores TP e VD foram tanto a pressão como o tempo de hidrólise. Verificou-se que, no capítulo I os melhores resultados foram obtidos para a farinha com 100% de penas de frango, sendo o TP de 83,44% e o VD de 43,72%, obtidos com 40 min. de hidrólise

e pressão de 2,0 kgf.cm<sup>-2</sup>. Para a farinha mista, os teores mais elevados foram TP de 80,29% e VD de 40,62%, obtidos com um tempo de 40 min. de hidrólise e pressão de 2,5 kgf.cm<sup>-2</sup>. No processamento com 100% de penas de peru, os valores obtidos foram inferiores as outras composições, sendo de 78,41% para o TP e 38,25% para o VD, obtidos com 30 min. de hidrólise e uma pressão de 4,5 kgf.cm<sup>-2</sup>.

A variável tempo de hidrólise mostrou-se significativa ( $p < 0,05$ ) para a elevação do TP (2,9%) e do VD (2,73%) no capítulo III, onde trabalhou-se com a inclusão de uma fonte protéica. No entanto para o capítulo II, onde se variou os tempos de pré-secagem, a elevação no tempo de hidrólise somente se apresentou significativa ( $p < 0,05$ ) para o aumento do TP (1,47%). Ainda no capítulo II, o emprego de maiores tempos de pré-secagem no digestor foi responsável pela elevação do TP e do VD da farinha de penas.

A variável pressão, analisada de maneira individual, não se mostrou significativa ( $p > 0,05$ ) para o capítulo II, porém em interação com a inclusão de penas de peru a mesma foi significativa ( $p < 0,05$ ) para a elevação de 0,99% do TP e de 3,08% no VD. Os resultados obtidos neste capítulo sugerem que, quando houver adição de penas de peru junto as penas de frango, a pressão também seja elevada propiciando maiores TP e VD na farinha de penas. Observou-se que a variável pressão não foi significativa ( $p > 0,05$ ) para os ensaios do capítulo III.

A incorporação de maiores percentuais de sangue, capítulo III, mostrou-se significativa ( $p < 0,05$ ) para aumentar tanto o TP como o VD da farinha de penas, devido seu alto conteúdo protéico e valor de digestibilidade. Porém, necessita-se de cautela, pois na farinha de penas hidrolisadas é permitida a participação de sangue desde que a sua inclusão não altere de maneira expressiva a composição média do produto acabado, uma vez que essa inclusão caracterizaria outra classe de farinha, a farinha de penas e sangue.

Verificou-se no resultado dos três capítulos que a inclusão de penas de peru, na farinha de penas, acarretou na redução do TP e do VD no estudo realizado nos três capítulos.

O processo de obtenção da farinha de penas pode ser padronizado, através da utilização de adequados parâmetros de processos e com a incorporação de uma fonte protéica.

## 6 TRABALHOS FUTUROS

Considerando-se os resultados aqui obtidos, propõe-se a realização de testes piloto com diferentes composições de penas de peru na farinha de penas de frango a fim de ajustar as condições para produção em larga escala, visando não prejudicar a qualidade do produto final. Sendo que, conforme verificado neste estudo, a inclusão de penas de peru altera significativamente ( $p < 0,05$ ) o teor protéico e o valor de digestibilidade protéica da farinha de penas.

Dando continuidade a este estudo, seria de grande importância à avaliação do teor de aminoácidos, com a finalidade de complementar a caracterização das farinhas de penas possibilitando assim uma visão mais precisa do valor nutricional deste produto. Além disso, sugere-se também a caracterização físico-química das farinhas de penas incluindo os ensaios de índice de umidade, extrato etéreo e material mineral, objetivando uma avaliação detalhada sobre a influência destes parâmetros no teor protéico e no valor de digestibilidade da farinha de penas.

## REFERÊNCIAS

- ALDRICH, G.; LYONS T.P.; JACQUES K.A. **USA poultry meal: quality issues and concerns in pet foods**. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. 467. 2007.
- BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K; DOURADO, L.R.B. **Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 43, n.6, p.755-762, jun. 2008.
- BELLAVER, C. BRUM, P.A.R.; LIMA, G.M.M.; BOFF, J; KERBER, J. Substituição Parcial do Farelo de Soja pela farinha de vísceras de aves em dietas balanceadas com base na proteína e em aminoácidos totais ou digestíveis para frango de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Brazilian Journal of Poultry Science, Campinas, v. 3, n. 3, p. 233-240, 2001b.
- BRASIL. **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. São Paulo, 2009.
- BRUGALLI, I. ALBINO, L. F. T; SILVA, D. J; GOMES, P. C; ROSTAGNO, H. S; SILVA, M. A. S. Efeito do tamanho da partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.28, n.4, p.753-757, 1999.
- EYNG, C; NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T; NUNES, C. G. V.; POZZA, P. C. P. **Composição química e aminoacídica e coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de penas e sangue determinados em galos cecectomizados**. Revista Brasileira de Zootecnia [online]. v. 41. n. 1,. p. 80-85. 2012.
- HOLANDA, M. A. C. **Avaliação nutricional da farinha de penas hidrolisada na alimentação de frangos de corte**. 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- LABOISSIÈRE, M. **Digestibilidade e retenção de nutrientes em rações iniciais com farinha de penas e sangue com diferentes processamentos para frangos**. In: Conferência APINCO 2010 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2010, Santos-SP. Anais do Prêmio Lamas 2010. Campinas-SP: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2010.
- LATSHAW J. D. **Quality of feather meal as affected by feather processing conditions**. Poult. Sci., Savoy, v. 69, p. 953-958, 1990.
- MOURA, C.C. Farinha de penas e sangue em rações para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.4, p.632-641. 1994.

PEREIRA, L.E.J. Farinha de vísceras de aves em substituição ao farelo de soja na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.6, p.930-939. 1994.

PÉREZ-CALVO, E; CASTRILLO, C; BAUCCELLS, M.D; GUADA, J.A. Effect of rendering on protein and fat quality of animal by-products. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 94, n. 5, p. e154-e163, 2010.

ROCHA T. C.; SILVA, B. A. N. **Utilização da Farinha de Penas na Alimentação de Animais Monogástricos**. Revista Eletrônica Nutritime, v. 1, n. 1, Artigo Número 5. p. 35-43, julho/agosto de 2004.

SCAPIM, M. R. S. **Avaliação nutricional da farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetidos a diferentes tratamentos térmicos**. Acta Scientiarum. Animal Sciences. Maringá, v. 25, n. 1, p. 91-98. 2003.

SAMPAIO, F. G.; HISANO, H.; YAMAKI, R. A.; KLEEMANN, G. K.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M. Digestibilidade aparente das farinhas de peixe nacional e importada e das farinhas de sangue tostada e spray-dried, pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 23, n. 4, p. 891-896, 2001.

STATSOFT Inc. STATISTICA for Windows. Versão 7.0. Tulsa, 2004.

TORRES, A.P. **Alimentos e nutrição das aves domésticas**. São Paulo: Nobel, 1977.

WANG, X; PARSONS, C.M. **Effect of raw material source, processing systems and processing temperatures on amino acid digestibility of Meat and Bone Meals**. Poultry Sci. 77:834-841.1998.