

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Departamento de Zootecnia
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



TESE

**Efeito do tempo e forma de acondicionamento de aves
mortas na produção e qualidade de farinhas e óleos
utilizados na dieta de suínos**

Débora Aline Alves

Pelotas/RS, 2018

Débora Aline Alves

Efeito do tempo e forma de acondicionamento de aves mortas na produção e qualidade de farinhas e óleos utilizados na dieta de suínos

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências, na área de concentração: Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier
Co-orientadora: Profa. Dra. Débora Cristina Nichelle Lopes
Co-orientador: Prof. Dr. Víctor Fernando Büttow Roll
Co-orientador: Dr. Everton Luis Krabbe

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

A314e Alves, Débora Aline

Efeito do tempo e forma de acondicionamento de aves mortas na produção e qualidade de farinhas e óleos utilizados na dieta de suínos / Débora Aline Alves ; Eduardo Gonçalves Xavier, orientador. — Pelotas, 2018.

192 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Aminoácidos biogênicos. 2. Composição nutricional. 3. Digestibilidade. 4. Leitões. 5. Morfometria. I. Xavier, Eduardo Gonçalves, orient. II. Título.

CDD : 636.4

Banca examinadora

Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier (Presidente/ UFPel)

Prof. Ph.D. Fernando Rutz (UFPel)

Prof. Dr. Vladimir de Oliveira (UFSM)

Prof. Dr. Berilo de Souza Brum Júnior (IFFar/Júlio de Castilhos-RS)

Profa. Dra. Beatriz Simões Valente (UFPel)

Prof. Dr. Jerri Teixeira Zanusso (UFPel) (suplente)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar coragem, saúde e perseverança, permitindo assim a realização desse trabalho.

À Universidade Federal de Pelotas, particularmente ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPel, que mediante seus professores tiveram participação direta na realização dessa tese.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador de doutorado, Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier, pela orientação, apoio, confiança e respeito. Por contribuir muito em minha formação profissional através de sua metodologia de aprendizagem, experiência de vida profissional e pessoal. Por me incentivar a buscar sempre mais, me aperfeiçoar, corrigir os erros, crescer e, por fim, me impulsionar para que me tornasse uma profissional de qualidade. Meu muito obrigada por tudo!

Aos meus co-orientadores Prof. Dra. Débora Cristina Nichelle Lopes e ao Prof. Dr. Victor Fernando Büttow Roll pelos ensinamentos e dedicação em sanar minhas dúvidas durante o período de doutoramento. Ao professor Fernando Rutz por toda a ajuda e ensinamentos práticos a mim passados devido a sua grande experiência profissional e comercial.

Ao meu co-orientador e pesquisador da Embrapa Dr. Everton Luis Krabbe, pela oportunidade em realizar o estudo que deu origem a minha tese na Embrapa, pelo apoio, ensinamentos e orientação durante esse período. Muito obrigada.

À Embrapa Suínos e Aves por me receber de uma forma amigável em sua unidade, que mediante seus pesquisadores e funcionários tiveram participação direta na realização dessa tese.

Aos meus pais Maria Lúcia Rodrigues e João Batista Alves por serem meus eternos professores, pela educação e criação que me deram. Muito obrigada por me ensinarem a ser uma pessoa simples e batalhadora. Por acreditarem junto comigo nos meus sonhos e nos meus objetivos e por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus amigos pelo incentivo e pelo companheirismo. Por estarem comigo sempre nos momentos tristes e nos momentos de felicidade. Por entenderem, por vezes, minha ausência. Agradeço a todos por todo apoio e carinho recebido nessa caminhada.

Aos colegas da Pós-Graduação pela amizade e companheirismo. Aos funcionários do Departamento de Zootecnia pela ajuda e convivência. Aos amigos do grupo GEASPEL por toda a parceria e amizade prestada no período de doutorado. Desejo a vocês felicidades e que alcancem seus objetivos.

Enfim, agradeço de coração a todos que contribuíram e estiveram ao meu lado durante essa caminhada.

Muito obrigada!

RESUMO

ALVES, Débora Aline. **Efeito do tempo e forma de acondicionamento de aves mortas na produção e qualidade de farinhas e óleos utilizados na dieta de suínos**. 2018. 192f. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

O presente estudo foi realizado para avaliar a qualidade sanitária e nutricional, parâmetros oxidativos de farinhas e de óleo produzidos de carcaças de aves mortas ao longo do tempo, sujeitas a dois tipos de acondicionamento, e suas respostas na alimentação, morfometria e parâmetros sanguíneos de leitões em fase de creche. Foram conduzidos três experimentos. Para o experimento 1, foram utilizados 224 carcaças de frangos de corte, da linhagem *Cobb 500*, com 46 dias de idade, provenientes do Setor de Avicultura da Embrapa. Utilizaram-se 32 carcaças, imediatamente ao abate, para compor o tempo de armazenamento zero hora (0 h). Das 192 restantes, 96 foram armazenadas em uma célula de compostagem à temperatura ambiente e 96 foram mantidas sob refrigeração, para compor os tempos de armazenamento de 24, 48 e 72 horas. Cada tempo de armazenamento era constituído por 32 carcaças e oito repetições, sendo a unidade experimental formada por quatro carcaças. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. As carcaças foram distribuídas em um esquema fatorial 2x4, com dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h). Verificou-se um aumento linear ($P < 0,05$) na formação das aminas biogênicas das carcaças das aves mantidas ao ambiente, com exceção da espermina e da espermidina, que tiveram comportamento contrário. Em relação às farinhas mantidas sob refrigeração, o teor das aminas biogênicas foi mantido constante. As análises microbiológicas efetuadas no material *in natura* e no material prensado não apresentaram contagem de microrganismos para *Salmonella* sp. e nem para *Clostridium* sp. As farinhas não apresentaram rancidez oxidativa. O índice de acidez apresentou valores médios para as farinhas produzidas a partir das carcaças armazenadas ao ambiente de 2,01 mgNaOH/g e de 1,87 mgNaOH/g quando armazenadas sob refrigeração. O índice de peróxido encontrou-se acima do nível máximo recomendado de 10 meq/1000g, com valor médio de 30,62 meq/1000g para as farinhas oriundas de carcaças mantidas ao ambiente e de 34,30 meq/1000g para as oriundas de carcaças armazenadas sobre refrigeração. O índice de ácido tiobarbitúrico (TBA) apresentou valores médios próximos aos da farinha produzida na hora zero e abaixo do nível máximo recomendado para alimentação animal de 15 nmol/g (1080 mgMDA/kg). Os índices nutricionais ficaram dentro dos níveis de qualidade para subprodutos de origem animal. Nos experimentos 2 e 3 foram utilizados, em cada um, 72 leitões de uma linhagem comercial (MS x TOP GEN), machos castrados, com peso inicial médio de 25 kg e 27 kg, respectivamente, distribuídos individualmente em gaiolas metabólicas. Os tratamentos utilizados foram

os mesmos do experimento 1, que originaram as farinhas e os óleos utilizados nos experimentos 2 e 3, respectivamente, sendo que no experimento 2 foi substituído da dieta referência (controle) 10% por farinha e no experimento 3, 3% por óleo e adicionado mais um tratamento controle (dieta a base de milho e farelo de soja) para cada um dos experimentos. O estudo foi composto por três ensaios, repetidos no tempo, com 24 animais, sete dias de adaptação e cinco dias de coleta cada um. Os leitões permaneceram em gaiolas por 14 dias, submetidos à mesma alimentação e manejo. Ao final de cada ensaio os animais sofreram eutanásia e necropsia. No experimento 2, os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e das energias não apresentaram diferença ($P>0,05$) e também nenhum contraste foi significativo ($P>0,05$). Não houve interação significativa do tipo x tempo de armazenamento para o peso dos órgãos ($P>0,05$). A atividade da enzima transaminase glutâmica pirúvica (TGP) decresceu com o passar do tempo ($P=0,0061$). Quando as carcaças estiveram armazenadas ao ambiente, o teor de albumina foi maior ($P=0,0087$), em comparação com aquelas mantidas sob refrigeração. No experimento 3, houve redução da energia devido ao tipo de acondicionamento e ao tempo. Não houve interação significativa tipo x tempo de armazenamento em relação ao peso dos órgãos. O peso relativo de rins apresentou diferença entre o tempo de 48 h sob refrigeração (0,50%) e o controle (0,43%). Os parâmetros sanguíneos não apresentaram diferença significativa para nenhuma das variáveis avaliadas. Houve uma tendência nos valores de TGP serem inferiores no tempo de 72 h, tanto para o óleo extraído de carcaças mantidas ao ambiente (73,78 U/L) como para o extraído daquelas mantidas sob refrigeração (75,56 U/L), em relação ao tratamento controle (93,44 U/L), demonstrando que com o passar do tempo de armazenagem houve uma queda no nível de TGP. Em conclusão, o uso de 10% e 3% de farinhas e óleos de frangos de corte, respectivamente, podem ser incorporados às dietas sem afetar a digestibilidade, morfometria e os parâmetros sanguíneos dos suínos em fase de creche, porém mais trabalhos devem ser desenvolvidos com níveis crescentes de inclusão desses subprodutos para avaliar o limite máximo de inclusão.

Palavras-chave: aminas biogênicas, composição nutricional, digestibilidade, leitões, morfometria, oxidação, subproduto.

ABSTRACT

ALVES, Débora Aline. Effect of time and type of conditioning of dead poultry on production and quality of whole poultry carcass meals and oils for swine diet. 2018. 192p. Ph.D. Dissertation. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brazil.

This study was conducted to evaluate the sanitary and nutritional quality, oxidative parameters of carcass meals and oils produced from the carcass of chickens that died over time and were exposed to two types of conditioning, and its response on feeding, morphometry and blood parameters of weaning pigs. Three experiments were carried out. For the first one, 224 (Cobb 500) 46-day-old chickens from the Embrapa Poultry Section were used. A total of 32 poultry carcasses, immediately after slaughtering, were chosen to compose the zero hour (0 h) storage time. Of the 192 remaining, 96 were stored in a composting cell at environmental temperature, and 96 were kept under refrigeration in order to compose the storage times of 24, 48, and 72 h. Each storage time had 32 carcasses and eight replications, and every experimental unity had four carcasses. A completely randomized design was used. The poultry carcasses were distributed in a 2x4 factorial with two types of conditioning (refrigerated and at the environment) and four storage times (0, 24, 48, and 72 h). A linear increase ($P<0.05$) of formation of biogenic amines of the poultry carcasses was observed for the ones kept at the environmental temperature, except for spermine and spermidine, which showed an opposite response. On the other hand, the poultry carcasses kept under refrigeration had a constant concentration of biogenic amines. The microbiological analysis carried out at the *in nature* carcasses and in the compressed ones did not show any counting for both *Salmonella* sp. and *Clostridium* sp. The whole poultry carcass meals did not present oxidative acidity. The acidity index showed mean values for the whole poultry carcass meals produced from the carcasses stored at the natural environment of 2.01 mgNaOH/g and 1.87 mgNaOH/g for the ones stored under refrigeration. The peroxide index was above the maximum recommended level of 10 meq/1000g, with an average of 30.62 meq/1000g for the whole poultry carcass meals produced from the carcasses kept at the environmental temperature and 34.30 meq/1000g for the ones obtained from the carcasses stored under refrigeration. The thiobarbituric acid (TBA) presented mean values closed to the observed for the whole poultry carcass meals produced at 0 h and below the maximum level recommended for animal feeding of 15 nmol/g (1080 mgMDA/kg). The nutritional indexes were among the levels of quality for byproducts of animal origin. Experiments 2 and 3 utilized 72 (MS x TOP GEN) weaning pigs each with an average initial weight of 25 and 27 kg, respectively. The pigs were individually allotted to metabolic cages. The treatments were the same as for experiment 1, which originated the meals and oils utilized in experiments 2 and 3, respectively. In experiment 2, 10% of reference diet (control) was replaced by the

whole poultry carcass meal and in experiment 3, 3% of reference diet was replaced by the oil and another control treatment (diet based on corn and soybean meal) was added to each one of the experiments. The study had three assays, repeated in time, with 24 pigs, seven days of adaptation and five days of collection each. The pigs remained in the cages for 14 days and had the same feeding and handling. At the end of each assay the animals suffered euthanasia and necropsy. In experiment 2, the coefficients of digestibility of dry matter (DM), crude protein (CP), and energies did not show any difference ($P>0.05$). No contrast was significant either ($P>0.05$). No significant interaction type x time of storage was observed for the organs' weight ($P>0.05$). The activity of the glutamic pyruvic transaminase (GPT) reduced over time ($P=0.0061$). When the poultry carcasses were stored at the environmental temperature the albumin concentration was higher ($P=0.0087$) than the ones kept under refrigeration. In experiment 3, a reduction of the energy due to the conditioning and time was observed. There was no significant interaction type x time of storage in relation to the organs' weight. The relative weight of kidneys presented difference among the time of 48h under refrigeration (0.50%) and the control (0.43%). The blood parameters did not show significant difference for any of the variables evaluated. The GPT values tended to be lower at 72 h, not only for the oil extracted from the poultry carcasses stored at the environmental temperature (73.78 U/L) but also for the oil extracted from the poultry carcasses kept under refrigeration (75.56 U/L), in relation to the control (93.44 U/L). Therefore, a reduction of the GPT level over time was observed. In conclusion, the utilization of 10% and 3% of whole poultry carcass meal and oils, respectively, can be added to the diets with no effect on digestibility, morphometry and blood parameters of weaning pigs. However, more research should be carried out with growing levels of inclusion in order to evaluate the maximum limit of inclusion.

Key-words: biogenic amines, nutritional composition, digestibility, pigs, morphometry, oxidation, byproduct.

LISTA DE TABELAS

PROJETO DE PESQUISA

Tabela 1 - Cronograma e tempo de preparo das panelas com início do cozimento, tempo de cozimento, prensagem e total para o turno da manhã	54
Tabela 2 - Cronograma e tempo de preparo das panelas com início do cozimento, tempo de cozimento, prensagem e total para o turno da tarde	54
Tabela 3 - Cronograma do projeto	66

RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

Tabela 1 - Cronograma e tempo de preparo das farinhas, com início do cozimento, tempos de cozimento, prensagem e total para o turno da manhã	74
Tabela 2 - Cronograma e tempo de preparo das farinhas, com início do cozimento, tempos de cozimento, prensagem e total para o turno da tarde	74
Tabela 3 - Curva de calibração	91
Tabela 4 - Curva de calibração	93
Tabela 5 - Composição nutricional da dieta referência para suínos.....	99

ARTIGO 1

Tabela 1 – Aminoácidos biogênicos (média±desvio padrão) de farinhas de carcaças de aves submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h).....	129
Tabela 2 – Análises de oxidação (média±desvio padrão) das farinhas formuladas a partir de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h)	131
Tabela 3 – Análise bromatológica (média±desvio padrão) da torta prensada ao final do procedimento de produção das farinhas de carcaças de aves submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h)	132

ARTIGO 2

Tabela 1- Composição nutricional da dieta referência para suínos.....	150
---	-----

Tabela 2 – Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e valores de energias (média±desvio padrão) de farinhas de carcaças de aves submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) para leitões com peso médio de 25 kg.....	151
Tabela 3 – Peso dos órgãos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 10% de farinha de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle	153
Tabela 4 – Peso relativo dos órgãos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 10% de farinha de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle	154
Tabela 5 – Peso relativo dos órgãos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 10% de farinha de carcaças de aves submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle	155
Tabela 6 – Parâmetros sanguíneos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 10% de farinha de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle	156
Tabela 7 – Parâmetros sanguíneos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 10% de farinha de carcaças de aves submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle	157

ARTIGO 3

Tabela 1 - Composição nutricional da dieta referência para suínos.....	177
Tabela 2 – Valores de energia (média±desvio padrão) de óleos oriundos de carcaças de aves submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) para leitões com peso médio de 27 kg.....	178
Tabela 3 – Análises de oxidação (média±desvio padrão) dos óleos oriundos de carcaças de aves submetidas a dois tipos de acondicionamento	

(ambiente e refrigerado) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h).....	180
Tabela 4 – Peso dos órgãos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 3% de óleo de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle	182
Tabela 5 – Peso relativo de órgãos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 3% de óleo de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle	183
Tabela 6 – Peso relativo de órgãos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 3% de óleo de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle	184
Tabela 7 – Parâmetros sanguíneos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 3% de óleo de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle	185

LISTA DE QUADROS

PROJETO DE PESQUISA

Quadro 1 - Cronograma de execução experimental	53
Quadro 2 - Cronologia dos procedimentos para a produção de farinha de carne	55

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura 1 – Evolução da exportação brasileira de farinha animal e gordura.	29
Figura 2 - Produção e exportação mundial de farinhas de origem animal.	30
Figura 3 - Produção e exportação mundial de gorduras de origem animal.	30
Figura 4 - Frangos mortos jogados no meio ambiente.	32
Figura 5 - Frangos mortos jogados em córregos.	33
Figura 6 - Total de animais mortos por espécie no Brasil.	34
Figura 7 - Total de animais mortos por região no Brasil.	34
Figura 8 - Distribuição da produção de animais mortos por espécie no sul do Brasil.	35
Figura 9 - Composição e total de animais mortos na região Sul.	36
Figura 10 - Esquema do processo de reciclagem de aves.	37

PROJETO DE PESQUISA

Figura 1 - Processo para a produção da farinha de carne de frangos de corte.	56
---	----

RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

Figura 1 - A - Vista aérea da Embrapa Suínos e Aves; B - Entrada da Embrapa Suínos e Aves.	71
Figura 2 - <i>Datalogger</i> interno nas aves.	73
Figura 3 - A – Tipo de acondicionamento ambiente; B – Tipo de acondicionamento refrigerado.	73
Figura 4 - A – Quatro carcaças (unidade experimental); B – Verificação do pH e temperatura abdominal; C - Verificação do pH e temperatura do peito; D – Esquartejamento das carcaças; E – Moagem das carcaças; F – Material moído.	75
Figura 5 - A – Moagem das carcaças no moedor FOSS®; B – Massa final componente da amostra de carcaça <i>in natura</i>	76
Figura 6 - A – Pesagem da massa de carne moída <i>in natura</i> ; B – Adição de óleo degomado (35% do valor da massa de carne moída).	76
Figura 7 - Termômetro de infravermelho.	77

Figura 8 - Termômetro da panela.....	78
Figura 9 - A – Cozimento da massa por 30 minutos e pás para fazer os revolvimentos; B – Retirada da panela após 30 minutos; C – Fechamento da panela; D – Panelas tampadas para mais 30 minutos de cozimento com pressão.	78
Figura 10 - A – Retirada da massa prensada; B – Colocação da massa na prensa; C – Prensagem; D – Coleta de óleo da prensagem; E – Retirada da massa após a prensagem; F – Massa prensada.	79
Figura 11 - A – Retirada da amostra do óleo; B – Retirada da amostra da farinha; C – Amostras de óleo; D – Amostra de farinha.	79
Figura 12 - A – Vista externa da estufa; B – Vista interna da estufa.	95
Figura 13 - A - Colocação das bandejas com material úmido nos sacos plásticos; B – Viragem do material dentro do saco plástico; C – Revolvimentos do saco plástico; D e E – Despejo do material na sua bandeja original; F – Material pré-seco.....	96
Figura 14 - Lavagem das gaiolas metabólicas	97
Figura 15 - A – Sala de metabolismo de suínos; B – Gaiola metabólica.....	97
Figura 16 - Farinhas utilizadas no ensaio de digestibilidade mais o tratamento controle (último recipiente à direita).	98
Figura 17 - A – Farinhas mantidas sob refrigeração até serem utilizadas para fazer as pesagens diárias para o fornecimento aos animais; B – Pesagem da dieta controle; C – Pesagem de 10% da farinha correspondente ao tratamento; D – Mistura até ficar homogênea; E – A pesagem era feita no dia anterior do arrazoamento e as bandejas ficavam empilhadas uma sobre as outras; F – Pesagem da amostra da dieta.	100
Figura 18 - A – Homogeneização da farinha com a dieta controle; B – Fornecimento das rações aos animais e umedecimento; C – Após os animais comerem, recebiam água.	100
Figura 19 - A – Balança utilizada para as pesagens; B - Pesagem dos animais.....	101
Figura 20 - A – Adição de 1% de óxido de ferro à dieta.....	102
Figura 21 - A – Fezes identificadas com o marcador fecal; B – Recolhimento das fezes; C – Deposição das fezes em sacos plásticos devidamente identificados; D – Armazenamento das fezes em ambiente refrigerado.	102

Figura 22 - A – A urina coletada de cada repetição era despejada em recipiente com marcador de volume; B – A quantidade que faltava para completar 3 L era preenchida com água destilada; C – Retirada da amostra de urina; D – Deposição da amostra em recipiente para o seu armazenamento durante os cinco dias de coleta; E – 20 mL de HCL (diluído na proporção 1:1); F – Adição do ácido diluído aos recipientes de coleta de urina; G – Armazenamento dos recipientes com as amostras de urina em ambiente refrigerado.	103
Figura 23 - A – Descongelamento das amostras das fezes; B – Mistura das fezes de cada repetição; C – Retirada de uma amostra de 500 g; D – Pesagem da amostra; E – Amostra depois de pré-seca; F – Moagem da amostra; G – Depósito da amostra moída em sacos plásticos identificados; H – Limpeza do moinho realizada no intervalo de cada amostra a ser moída.	103
Figura 24 - Amostras dos óleos utilizados no experimento 3.	105
Figura 25 - A – Óleos utilizados para a pesagem de 3% do valor da ração a ser oferecida para cada repetição; B – Homogeneização do óleo antes da pesagem; C – Pesagem do óleo; D – Uso de seringa para retirar o excesso de óleo; E – Pesagem da dieta controle sobre o óleo; F – Homogeneização da dieta com o óleo adicionado.	106
Figura 26 - Pesagem dos órgãos dos leitões.	108
Figura 27- Retirada da amostra de sangue.	108

SUMÁRIO

1. Introdução geral	23
2. Revisão bibliográfica	25
2.1. Introdução	25
2.2. Desenvolvimento.....	27
2.2.1. Produção de resíduos da avicultura brasileira	27
2.2.2. Legislação que regulamenta o processamento de resíduos de animais	31
2.2.3. Importância da destinação dos animais mortos	32
2.2.4. Farinha de carcaças de aves	36
2.2.4.1. Riscos microbiológicos.....	38
2.2.4.2. Oxidação das farinhas.....	39
2.2.4.3. Aminas biogênicas	40
2.2.5. Viabilidade do uso das farinhas de aves mortas durante o sistema de produção	42
2.3. Considerações finais.....	43
2.4. Referências bibliográficas	44
3. Projeto de pesquisa	47
3.1. Caracterização do problema	48
3.2. Objetivos e metas	50
3.2.1. Objetivo geral	50
3.2.1.1. Objetivos específicos	50
3.2.2. Metas	50
3.3. Metodologia.....	51
3.3.1.1. Local e instalações.....	51
3.3.1.2. Animais	51
3.3.1.3. Tratamentos	52
3.3.1.4. Procedimento experimental.....	52
3.3.1.4.1. Fases do processo de produção de farinha de carne de carcaças de frangos de corte	54
3.3.1.5. Variáveis analisadas	57
3.3.1.5.1. Análise da eficiência do processo	57
3.3.1.5.2. Massa de carne <i>in natura</i> e torta prensada (farinhas) das carcaças dos frangos de corte	58

3.3.1.6. Delineamento experimental.....	58
3.3.1.7. Análises estatísticas.....	58
3.3.2. Experimento 2 – Ensaio de metabolismo com farinhas de carcaças de aves (leitões 20 kg)	59
3.3.2.1. Local e instalações.....	59
3.3.2.2. Animais	59
3.3.2.3. Tratamentos	59
3.3.2.4. Procedimento experimental.....	60
3.3.2.5. Variáveis analisadas	61
3.3.2.6. Delineamento experimental.....	61
3.3.2.7. Análise estatística	61
3.3.3. Experimento 3 – Ensaio de metabolismo com óleo extraído de carcaças de aves (leitões 20 kg).....	62
3.3.3.1. Local e instalações.....	62
3.3.3.2. Animais	62
3.3.3.3. Tratamentos	62
3.3.3.4. Procedimento experimental.....	63
3.3.3.5. Variáveis analisadas	64
3.3.3.6. Delineamento experimental.....	64
3.3.3.7. Análise estatística	64
3.4. Resultados e impactos esperados	65
3.4.1. Indicadores de resultados ao final do projeto	65
3.4.2. Repercussão e/ou impactos dos resultados.....	65
3.5. Cronograma do projeto.....	66
3.6. Outros projetos e financiamentos	67
3.7. Aspectos éticos	68
3.8. Referências bibliográficas	69
4. Relatório do trabalho de campo	70
4.1. Experimento 1	70
4.1.1. Local e período experimental	70
4.1.2. Animais experimentais	71
4.1.3. Abate.....	71
4.1.4. Delineamento experimental e tratamentos.....	71
4.1.5. Procedimento experimental.....	72

4.1.5.1. Fases do processo de produção de farinha de carcaças de frangos de corte	75
4.1.2. Amostragem da massa moída <i>in natura</i> dos frangos de corte e da torta prensada (farinha).....	79
4.1.3. Coleta de dados	80
4.1.3.1. Análise de eficiência do processo	80
4.1.3.2. Dados da massa moída <i>in natura</i> dos frangos de corte	81
4.1.3.3. Análise bromatológica.....	82
4.1.3.4. Análise das aminas biogênicas	84
4.1.3.5. Contagem de microrganismos	84
4.1.4. Análise da torta prensada (farinha)	86
4.1.4.1. Análise de acidez	87
4.1.4.2. Análise bromatológica	87
4.1.4.3. Análise das aminas biogênicas	88
4.1.4.4. Contagem de microrganismos.....	89
4.1.4.5. Peróxidos	89
4.1.4.6. Solubilidade proteica	92
4.1.4.7. TBA	92
4.1.5. Análises estatísticas.....	94
4.1.6. Resultados	94
4.2. Preparo da farinha (torta prensada)	94
4.2.1. Procedimentos para a secagem da farinha.....	94
4.3. Experimento 2 – metabolismo com substituição de 10% da dieta controle pelas farinhas.....	96
4.3.1. Local, animais e condições ambientais	96
4.3.2. Desenho experimental	97
4.3.3. Característica da dieta	98
4.3.4. Procedimento experimental.....	99
4.3.5. Variáveis analisadas	103
4.3.6. Análise estatística	104
4.3.7. Aspectos éticos	104
4.4. Experimento 3 – metabolismo com substituição de 3% da dieta controle por óleo oriundo das carcaças das aves.....	104
4.4.1. Local, animais e condições ambientais	104

4.4.2. Desenho experimental	104
4.4.3. Característica da dieta	105
4.4.4. Procedimento experimental.....	105
4.4.5. Variáveis analisadas	106
4.4.6. Análise estatística	107
4.4.7. Aspectos éticos	107
4.5. Necropsia dos animais	107
5. Artigo 1.....	109
Resumo	113
Abstract	113
Introdução	115
Material e métodos.....	116
Resultados e discussão	118
Conclusão	126
Agradecimentos	126
Referências.....	127
6. Artigo 2.....	133
Resumo	137
Abstract	137
Introdução	137
Material e métodos.....	138
Resultados e discussão	140
Conclusão	147
Agradecimentos	147
Referências.....	147
7. Artigo 3.....	158
Resumo	137
Abstract	137
Introdução	163
Material e métodos.....	164
Resultados e discussão	167
Conclusão	173
Agradecimentos	173
Referências.....	174

8. Conclusões.....	186
9. Referências.....	187

1. INTRODUÇÃO GERAL

O setor avícola brasileiro é atualmente o 2º maior produtor mundial de carne de frango, com uma produção de 13.146 mil toneladas/ano e o maior exportador mundial desse segmento, com uma exportação de 4.304 mil toneladas/ano (ABPA, 2016). À medida que a atividade aumenta a escala de produção, também crescem os desafios, sendo um destes a destinação dos animais que morrem ao longo do ciclo produtivo, seja por causas naturais, acidentais ou sanitárias. Todavia, a falta de conhecimento científico e de regulamentação oficial no Brasil resulta, muitas vezes, na destinação inadequada desses resíduos da produção, com riscos à saúde pública e dos rebanhos, além da contaminação ambiental.

Atualmente, o Brasil conta com um abate anual de 5,6 bilhões de cabeças (frangos) com uma mortalidade média de 3%, representando aproximadamente 204 mil toneladas de carcaças/ano, sendo, as aves, a segunda espécie com maior produção de animais mortos no Brasil (KRABBE e WILBERT, 2016). Assim, cresce a preocupação em desenvolver novas tecnologias para a destinação das aves mortas, oriundas da cadeia avícola. Com isso, a utilização dessas carcaças para a fabricação de farinhas de origem animal aparece como uma alternativa, devido à proteína de origem animal possuir alta digestibilidade (HAMILTON et al., 2006), além da utilização do óleo resultante desse processo, como subproduto energético. Entretanto, é um tema bastante discutido devido à dificuldade de padronização em função do processo produtivo, dos aspectos econômicos da segurança alimentar e da origem dos resíduos que compõem estas farinhas (BELLAYER, 2002).

Além disso, estabelecer as formas de armazenamento, tempo de recolhimento e transporte dessas aves mortas se torna indispensável. Com isso, prever que as aves sejam recolhidas após um fim de semana, com três dias após a sua morte é necessária por atrelar essa produção de farinhas com uma

logística cabível de recolhimento e transporte dessas aves mortas nas propriedades.

Diante desse cenário, avaliar a qualidade do produto se torna indispensável. Neste caso, a quantificação de amins biogênicas se faz necessário, tendo em vista ser uma análise que mensura a qualidade dos alimentos através da quantidade de amins biogênicas produzidas ao longo do tempo. Os alimentos de origem animal são ricos em aminoácidos livres e, com isso, susceptíveis à contaminação de amins biogênicas.

Além dessa análise, faz-se necessário avaliar o estado oxidativo dessas farinhas e também dos óleos, além de suas composições bromatológicas e digestibilidades.

Devido aos riscos sanitários e químicos, novos estudos devem ser realizados para gerar informações complementares, além de comprovar os conhecimentos tradicionais através do uso de análises laboratoriais e experimentos, permitindo, dessa forma, a geração de novas informações sobre o processamento e uso destes subprodutos de origem animal. Assim, o presente estudo foi realizado para avaliar a qualidade sanitária e nutricional e os parâmetros oxidativos de farinhas e de óleos oriundos de carcaças de aves mortas ao longo do tempo em dois tipos de acondicionamento e suas respostas na alimentação, morfometria e parâmetros sanguíneos de leitões em fase de creche.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Farinhas oriundas de aves mortas na alimentação animal: riscos e sua viabilidade de uso

2.1. Introdução

O Brasil ocupa posição relevante no que se refere à produção mundial de proteína de origem animal. Esse resultado é fruto de um longo trabalho de desenvolvimento, modernização e intensificação dos setores pecuários. O setor avícola brasileiro é atualmente o 2º maior produtor mundial de carne de frango, com cerca de 13.146 mil toneladas/ano e o maior exportador mundial desse segmento, com uma média de 4.304 mil toneladas/ano (ABPA, 2016). À medida que as atividades aumentam a escala de produção, também crescem os desafios, sendo um destes a destinação de animais que morrem ao longo da cadeia produtiva, sejam por causas naturais, acidentais ou sanitárias. Todavia, a falta de conhecimento científico e de regulamentação oficial no Brasil resulta, muitas vezes, na destinação inadequada desses resíduos da produção, com riscos à saúde pública e dos rebanhos, além da contaminação ambiental.

Atualmente, o Brasil conta com um abate anual de 5,6 bilhões de frangos, com uma mortalidade média de 3%, representando aproximadamente 204 mil toneladas de carcaças/ano, sendo, as aves, a segunda espécie com maior produção em toneladas de animais mortos no Brasil (KRABBE e WILBERT, 2016). Conforme os mesmos autores, estima-se que em se tratando apenas de frangos de corte e suínos, a quantidade de animais mortos no Brasil ultrapasse 300.000 toneladas/ano, representando mais de R\$ 200 milhões/ano de perdas.

Apesar dos esforços em pesquisa e desenvolvimento buscando alternativas para a destinação das carcaças dos animais mortos nos sistemas de produção,

muitos desses adotados parcial ou integralmente pelo meio produtivo, o aumento da escala de produção e intensificação regional traz um novo cenário preocupante acerca do destino dessas carcaças. Recentemente, as agroindústrias também têm dedicado esforço na busca de outras possibilidades, como o armazenamento sob refrigeração desses animais mortos e posterior coleta/transferência para indústrias fabricantes de farinhas de origem animal. Essa solução é controversa entre diferentes setores das cadeias produtivas de aves e suínos, havendo segmentos que são contrários ao seu uso, como a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o SINDIRAÇÕES e o SINDICARNES devido a opinião pública o que poderia resultar em problemas na exportação da carne avícola do Brasil, e outros favoráveis, como a Associação Brasileira de Reciclagem Animal (ABRA). Porém, a utilização das carcaças das aves mortas por causa natural e o sacrifício durante o crescimento nos sistemas de produção para a fabricação de farinhas de origem animal aparece como uma alternativa, devido à proteína de origem animal possuir alta digestibilidade (HAMILTON et al., 2006). Além da proteína, a farinha de carne possui um alto valor nutricional, pois contém gorduras e minerais, como cálcio e fósforo, e é excelente fonte de aminoácidos e de vitamina B₁₂ (BUTOLO, 2010), além de possuir um preço de mercado atrativo, sendo que a sua substituição tem despertado interesse na melhoria de desempenho animal (FIRMAN, 2006). Contudo, devido à alta exigência com a qualidade nutricional e sanitária, faz-se necessário um estudo sobre a padronização de procedimentos, visando boas práticas de fabricação e assegurando uma maior confiabilidade e qualidade da farinha de carne produzida. Diante disso, deve haver um cuidado especial quanto aos fatores antinutricionais (aminas e peróxidos), bactérias (salmonelas), odor e cor das farinhas de baixa qualidade, pois esses fatores podem afetar a qualidade final das dietas e, conseqüentemente, a carne das aves alimentadas com dietas contendo esses ingredientes (BELLAYER, 2010). Essa destinação pode gerar uma fonte de renda extra para os produtores que viabilizarem o destino das carcaças de aves mortas dos seus aviários para a produção de farinha de carne, além de estarem contribuindo com a conservação do meio ambiente e a biossegurança da granja.

Embora a ideia do uso de farinhas de carne produzidas com carcaças de aves seja rejeitada por boa parte da cadeia produtiva, devido ao receio de riscos sanitários e químicos, novos estudos devem ser realizados para gerar

informações complementares, além de comprovar os conhecimentos tradicionais através do uso de análises laboratoriais e experimentos, permitindo, dessa forma, a geração de novas informações sobre o processamento e uso destas farinhas. Assim, o presente estudo avaliou a viabilidade do uso de carcaças de aves mortas dentro dos aviários ou durante o seu transporte, na produção de farinha de carne, através de informações relacionadas aos fatores mensuradores de qualidade química e sanitária desse ingrediente.

2.2. Desenvolvimento

Nessa revisão são abordados assuntos referentes à produção de resíduos da avicultura brasileira, assim como a importância da correta destinação das carcaças de aves que morrem no decorrer de seu ciclo produtivo. É relatado o processo utilizado para a produção de farinhas de origem animal através de um método de reciclagem de carcaças de animais, a legislação para poder processar resíduos de origem animal, aspectos relacionados com a qualidade final de farinha produzida, referente à produção de aminos biogênicos, riscos microbiológicos e oxidação das farinhas. Por fim, há um capítulo discutindo a viabilidade do uso dessas farinhas na alimentação animal.

2.2.1. Produção de resíduos da avicultura brasileira

Devido ao crescente aumento na produção avícola, as indústrias encontraram soluções para o grande montante de resíduos gerados, como por exemplo, vísceras, penas, gordura, ossos, sangue, entre outros, destinando-os para a produção de farinhas e de gordura com a finalidade de serem utilizados nas formulações de dietas para animais. As proteínas animais são uma valiosa classe de ingredientes para os nutricionistas de animais, porque possuem alta digestibilidade e são seguras para a alimentação de aves domésticas, animais de estimação e de peixes (HAMILTON, et al., 2006). A utilização desses produtos na alimentação animal substitui uma parte da quantidade de milho e farelo de soja, ingredientes básicos na formulação de dietas para animais. Porém, se não forem respeitados os limites de restrição desses alimentos de origem animal, podem vir a ocorrer problemas econômicos e ambientais graves, risco de propagação de doenças para os seres humanos e animais, e uma perda de nutrientes valiosos,

podendo afetar a saúde dos animais, especialmente os jovens e de produção intensiva (FAO, 2002).

A utilização de produtos de origem animal na alimentação de animais de produção é discutida em virtude de sua qualidade e da quantidade de nutrientes fornecidos tanto para as diferentes etapas do desenvolvimento de frangos de corte (FARIA FILHO et al, 2000; XAVIER, 2005) como de suínos, além de exigir um maior cuidado devido a dificuldade de padronização em função do processo produtivo, dos aspectos econômicos, de segurança alimentar e da origem dos resíduos que compõem as farinhas de origem animal (BELLAYER et al., 2002).

Mesmo com várias restrições ao uso de subprodutos de origem animal na alimentação animal, esse novo mercado vem crescendo mundialmente e o Brasil vem surgindo como um grande produtor e exportador de resíduos de graxaria de abatedouros (DIAS, 2016).

A presença desta indústria no mercado externo é uma tendência recente que ganhou impulso nos últimos cinco anos e está crescendo rapidamente. Para que se tenha uma ideia, entre 2010 e 2014 as exportações brasileiras de farinhas de origem animal e gordura oriundas de resíduos de abatedouros cresceram 147,3% em termos de volume, saltando de 46,1 mil toneladas para 114 mil toneladas (ABRA, 2014) (Figura 1). O principal país comprador dos produtos da reciclagem animal brasileira é o Vietnã, que importou 26,53% de todo o volume exportado. Outros importantes parceiros comerciais são Bangladesh e Chile (ABPA, 2016).

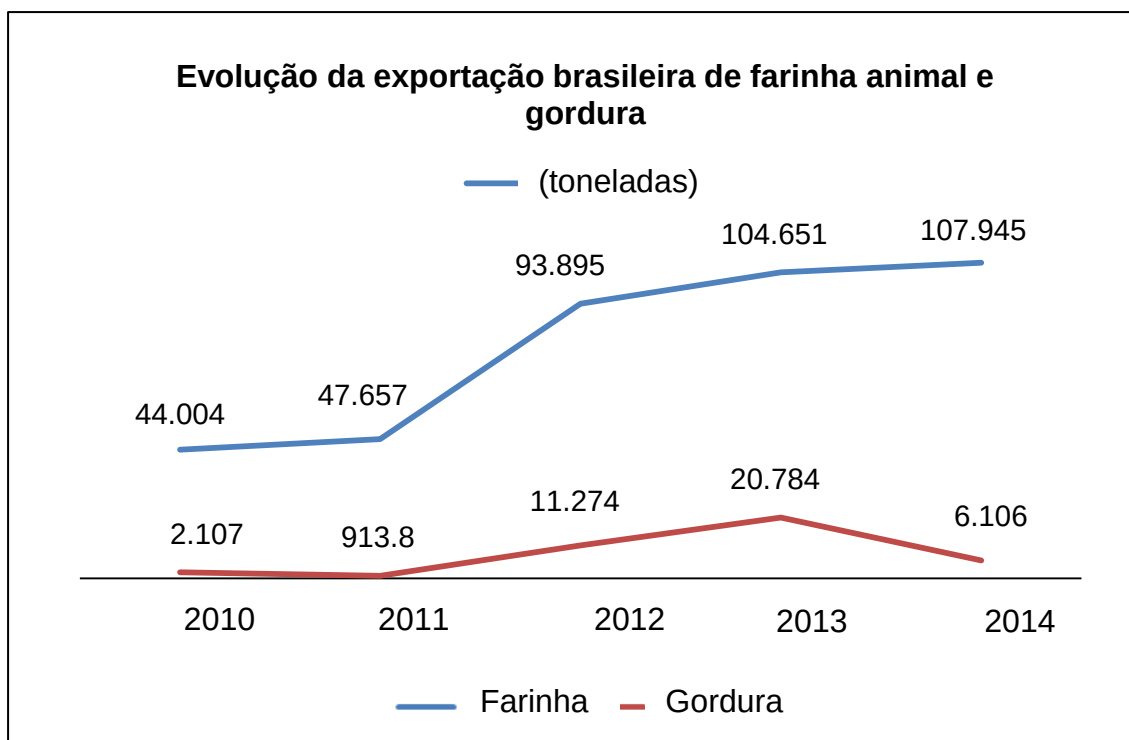


Figura 1 – Evolução da exportação brasileira de farinha animal e gordura.

FONTE: ABRA, 2014.

O Brasil é hoje o quinto maior exportador mundial de farinha animal, somente ficando atrás da União Europeia, Austrália, Estados Unidos e Nova Zelândia (não incluindo farinha de peixe). No caso da gordura animal, é o sétimo maior exportador do mundo (DIAS, 2016) (Figuras 2 e 3). Embora o Brasil esteja em posição de destaque entre os principais exportadores, a percentagem da produção brasileira enviada para o mercado internacional ainda é baixa devido à demanda do mercado nacional, que atualmente absorve quase todo o volume produzido pela indústria.

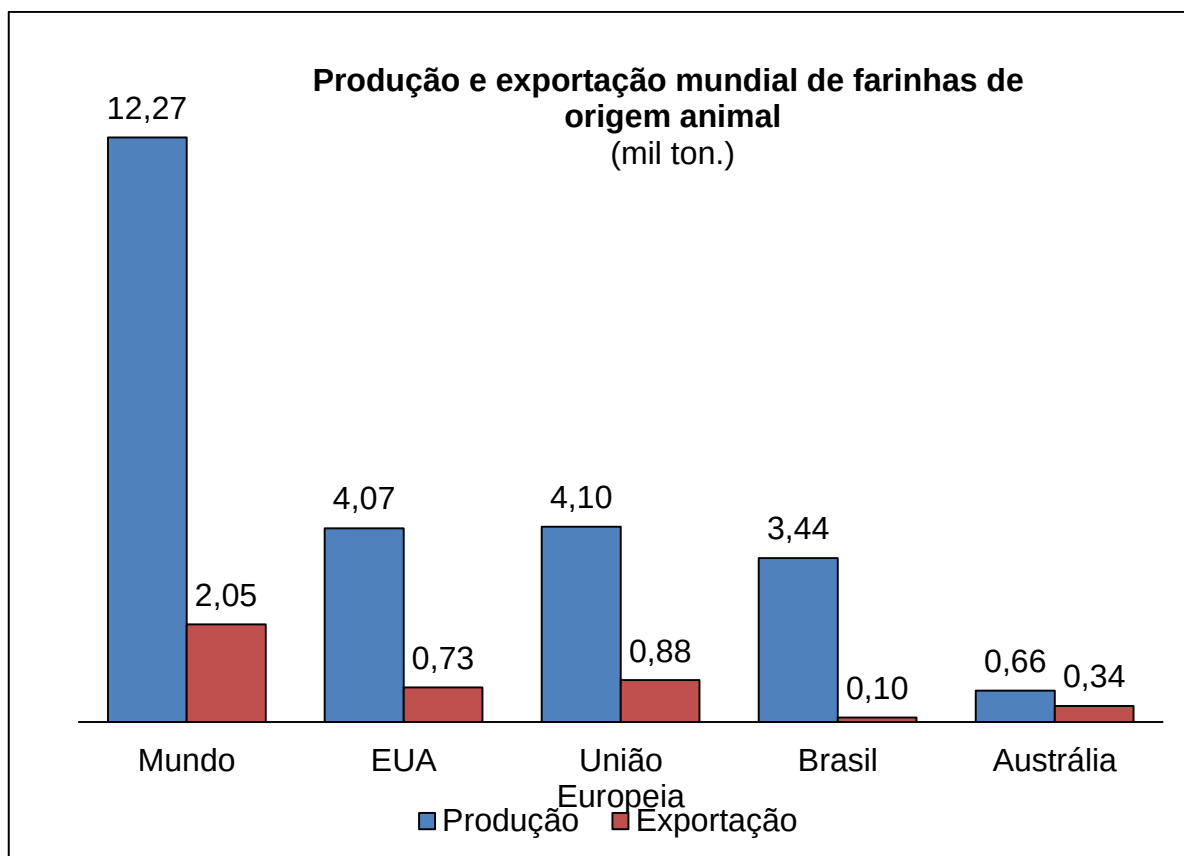


Figura 2 - Produção e exportação mundial de farinhas de origem animal.

FONTE: DIAS, 2016.

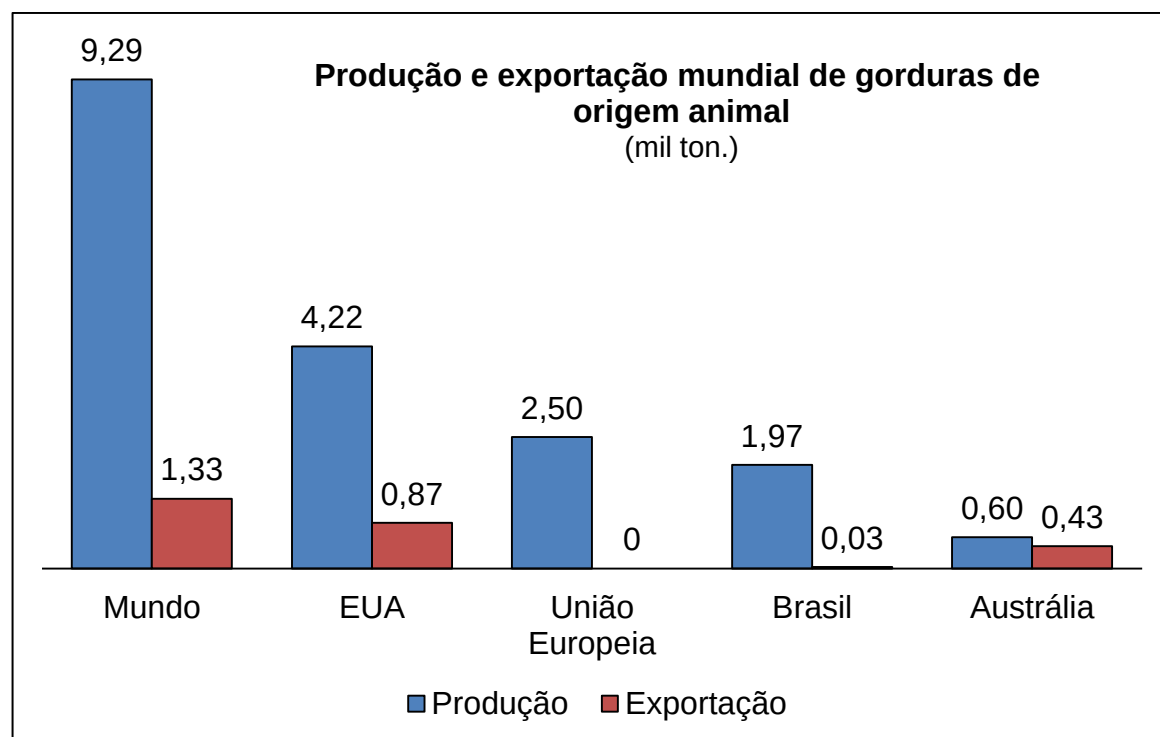


Figura 3 - Produção e exportação mundial de gorduras de origem animal.

FONTE: DIAS, 2016.

Atualmente, há muitas empresas brasileiras engajadas na produção de farinhas e gorduras oriundas de graxarias, tais como: Fuga Couros, Goiás Rendering, Gran Vitória, Hipala, JBS, Minerva Foods, Nutrivil e Farol.

Os resíduos gerados nos abatedouros dão origem aos subprodutos farinha de carne e gordura, os quais são recolhidos e transportados para indústrias processadoras, as graxarias. Sendo que em muitos abatedouros são anexos na própria planta de processamento as graxarias. Além dos subprodutos não comestíveis das indústrias da carne, as graxarias também processam os alimentos impróprios para consumo apreendidos pelas autoridades sanitárias, que se valem desta indústria como a melhor opção para o descarte, pois impede que o produto seja comercializado ou consumido, evitando a propagação de agentes causadores de enfermidades e a poluição (REBOUÇAS et al., 2010). A graxaria não resolve o problema da sustentabilidade da indústria de carne, mas se constitui em uma opção adequada para a destinação dos subprodutos desta atividade, com potencialidade para o fornecimento de produtos de mais alto valor agregado, como a produção de farinhas de carne, ossos, sangue e de gorduras que podem destinar-se a indústria de cosméticos e de biodiesel.

2.2.2. Legislação que regulamenta o processamento de resíduos de animais

Os subprodutos gerados, farinha de carne e gordura, por abatedouros de muitas empresas passam por rigorosas auditorias do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e de órgãos fiscalizadores, assim como por certificadoras, para assegurar a segurança e a confiabilidade no processo de geração de subprodutos de qualidade. Os procedimentos a serem realizados precisam estar de acordo com a Instrução Normativa N°34, de 28 de maio de 2008 do MAPA, que apresenta o Regulamento Técnico da Inspeção Higiênico Sanitária e Tecnológica do Processamento de Resíduos de Animais e o Modelo de Documento de Transporte de Resíduos Animais.

Este Regulamento define os procedimentos básicos para fabricação de farinhas e produtos gordurosos destinados à alimentação animal e, a critério da Secretaria de Defesa Agropecuária, de outros produtos derivados, para os estabelecimentos que processam resíduos animais não comestíveis. Aplica-se aos estabelecimentos que processam resíduos animais, englobando as etapas do processo de produção, quais sejam: colheita, recepção dos resíduos animais,

processamento, controle da qualidade, embalagem, armazenamento, destinação e transporte.

Os procedimentos devem atender aos Programas de Autocontrole: conjunto de procedimentos adotados pelo estabelecimento que abrangem as Boas Práticas de Fabricação (BPF), os Procedimentos Padrões de Higiene Operacional (PPHO), Procedimentos Sanitários Operacionais (PSO) e Princípios de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) para garantir a qualidade dos produtos finais. Diante disso, as empresas brasileiras vêm ganhando espaço internacional e aumentando gradativamente suas taxas de exportações.

2.2.3. Importância da destinação dos animais mortos

O setor avícola brasileiro é atualmente o 2º maior produtor mundial de carne de frango, com uma produção de 13.146 mil toneladas/ano e o maior exportador mundial desse segmento, com 4.304 mil toneladas/ano (ABPA, 2016). À medida que as atividades aumentam a escala de produção, também crescem os desafios, sendo um destes a destinação de animais que morrem ao longo da cadeia produtiva, seja por causas naturais, acidentais ou sanitárias. A destinação incorreta desses animais mortos causam grandes impactos ambientais e sanitários em várias regiões do país (Figuras 4 e 5).



Figura 4 - Frangos mortos jogados no meio ambiente.

FONTE: <http://180graus.com/sirene-policial/frangos-sao-jogados-na-margem-da-br402-por-caminhao-de-uma-granja>



Figura 5 - Frangos mortos jogados em córregos.

FONTE: <http://www.blogdoacelio.com.br/01/geral/crime-ambiental-dezenas-de-galetos-podres-sao-jogados-em-riacho-sob-a-ponte-do-amorim/>

Esse descaso é realizado por produtores, indústrias e quaisquer pessoas que infrinjam as normas e as leis ambientais. Diante disso, a preocupação com a destinação dos animais mortos cresce devido ao aumento também crescente da produção de carne avícola e, conseqüentemente, do número de animais que virão a óbito durante o sistema de produção.

Atualmente, a cadeia avícola brasileira tem obtido um crescimento significativo, contando com um abate anual de 5,6 bilhões de cabeças. Entretanto, apresenta uma mortalidade média estimada de 3% no lote, representando assim um montante aproximado de 220 mil toneladas de aves. Portanto, estima-se que em se tratando apenas de frangos de corte e suínos, a quantidade de animais mortos no Brasil ultrapasse 300.000 toneladas/ano, representando mais de R\$200 milhões/ano de perdas (KRABBE e WILBERT, 2016).

Levantamento realizado por Krabbe e Wilbert (2016) utilizando dados de números de animais e sua regionalização a partir do ANUALPEC 2014 e 2015, e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apresentou dados do volume de animais mortos por espécie e região do Brasil, e sua conversão em água, farinha e gordura. As aves são a segunda espécie com maior produção de animais mortos no Brasil, com 204.276,90 toneladas/ano, ficando atrás somente de bovinos de corte, com 730.664,43 toneladas/ano (Figura 6).

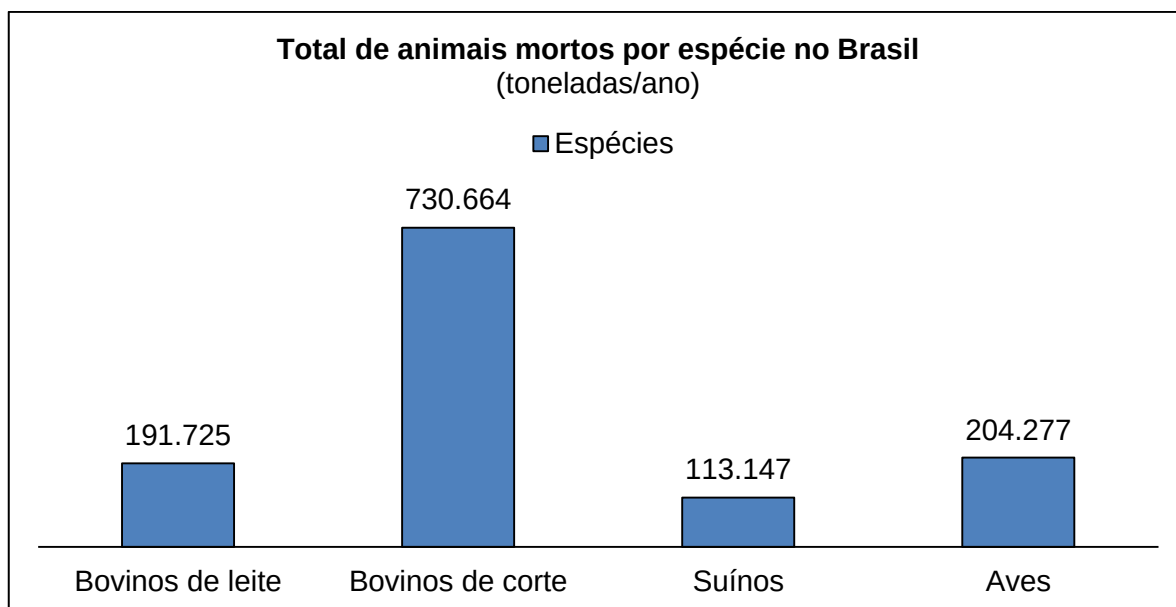


Figura 6 - Total de animais mortos por espécie no Brasil.

FONTE: KRABBE e WILBERT, 2016.

Em relação ao total de animais mortos distribuídos nas cinco regiões do país, a região Sul apresenta o maior volume, com um total de 323.881,81 toneladas/ano quando comparada com as outras regiões do país. Em seguida vem a região Centro-Oeste, com 318.063,15 toneladas/ano (Figura 7).

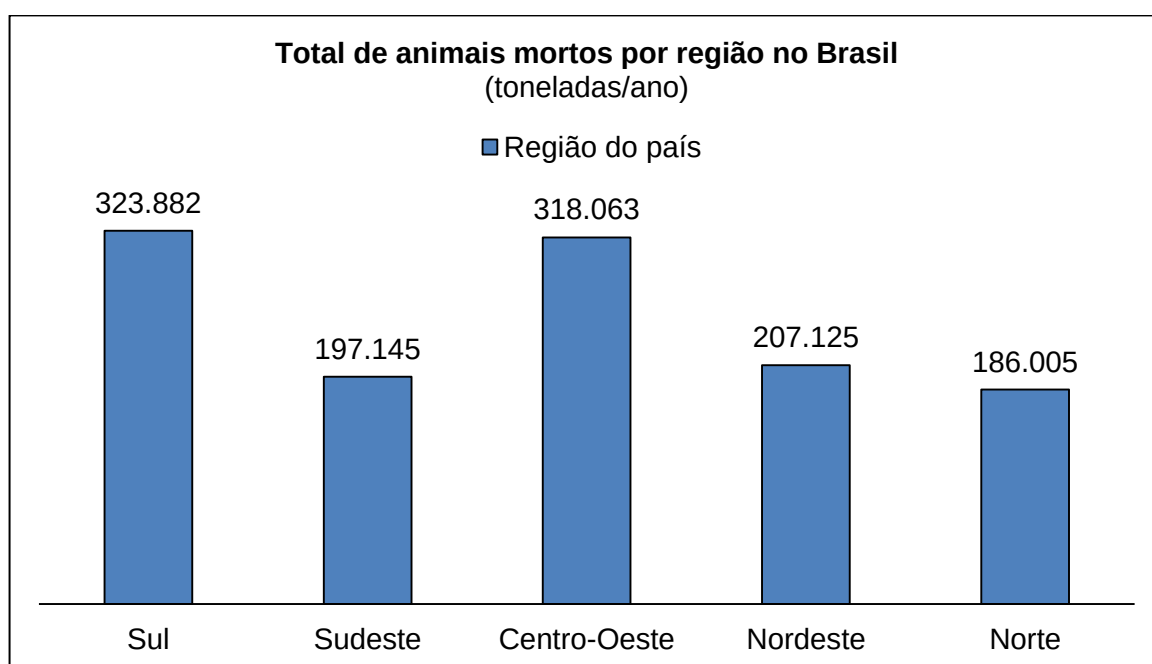


Figura 7 - Total de animais mortos por região no Brasil.

FONTE: KRABBE e WILBERT, 2016.

A espécie que apresenta maior distribuição de animais mortos no sul do Brasil é a de aves (Figura 8). A avicultura é expressiva nos estados do Sul do Brasil e ocupa, geralmente, pequenas propriedades em pequenos municípios. Sendo assim, para esses locais, há uma relevância maior quanto a pesquisa sobre diferentes formas de destinações para as aves mortas, devido ao acúmulo de animais mortos por metro quadrado. Conforme anteriormente citado, no sul do Brasil há cerca de 323 mil ton/ano de animais mortos anualmente, os quais estão distribuídos em 576 mil/km² de área, o que equivale a aproximadamente 561 kg/km², sendo a região do país com maior carga de animais mortos/km².

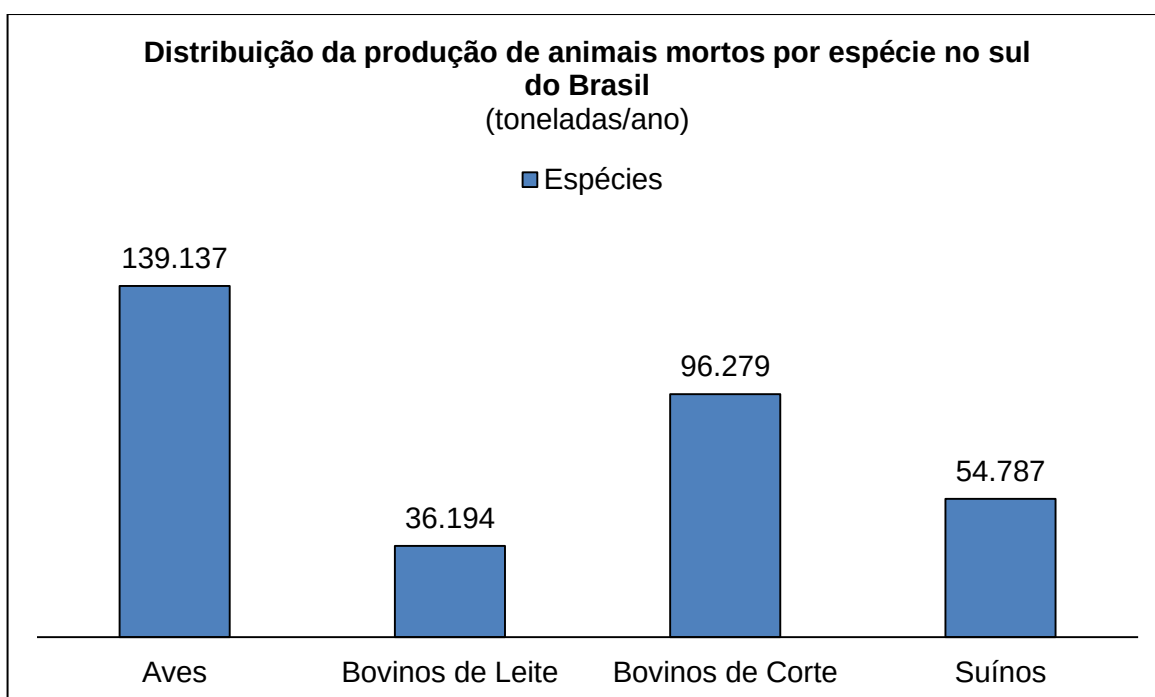


Figura 8 - Distribuição da produção de animais mortos por espécie no sul do Brasil.

FONTE: KRABBE e WILBERT, 2016.

A partir dos levantamentos realizados, é possível estimar o potencial da região Sul para a geração de farinhas destinadas à fabricação de fertilizantes organominerais e óleos para biocombustíveis, conforme demonstrado na figura 9. Entretanto, a destinação destes produtos precisa ser melhor avaliada, com base em análises criteriosas quanto ao risco para as cadeias produtivas de aves e suínos, bem como para a saúde pública e impacto ambiental. Desse modo, poderá também haver discussões referentes à inclusão ou não dessas farinhas na

alimentação animal. No entanto, os impactos econômicos, sociais, sanitários e ambientais desta geração de produtos a qualifica como uma excelente alternativa.

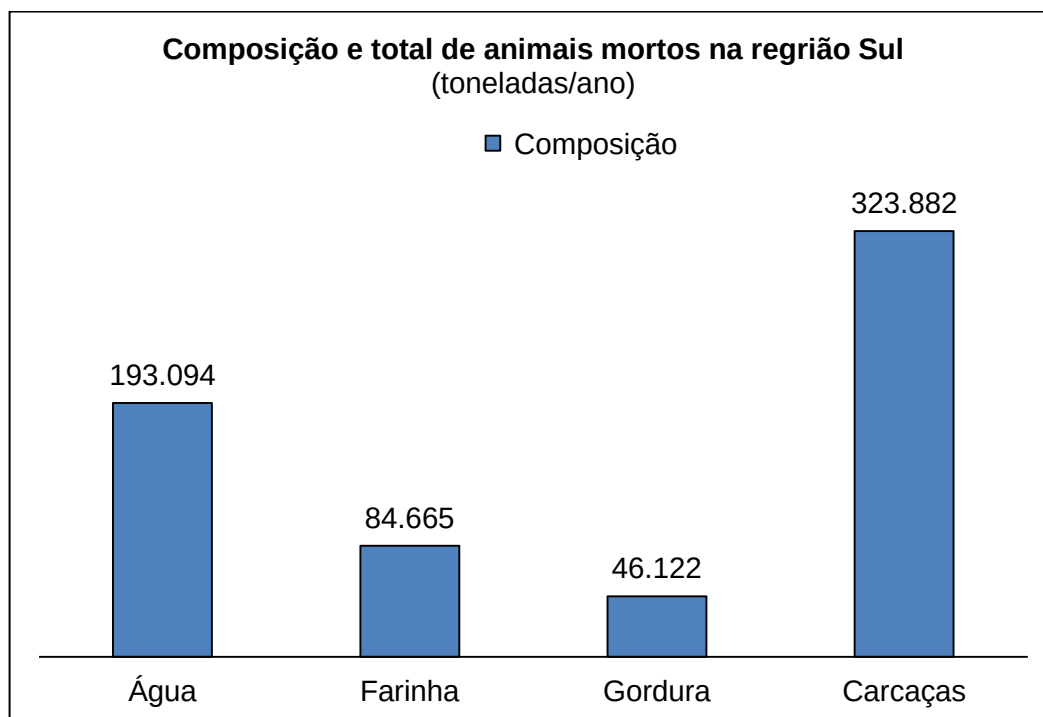


Figura 9 - Composição e total de animais mortos na região Sul.

FONTE: KRABBE e WILBERT, 2016.

2.2.4. Farinha de carcaças de aves

As farinhas de origem animal em geral possuem alta digestibilidade (HAMILTON et al., 2006), tornando-se assim um interessante ingrediente para as dietas. Segundo Firman (2006), os subprodutos de origem animal são valiosos para equilibrar proteínas em dietas práticas do tipo milho-soja e sua adição às dietas pode ser não só mais econômica, mas também proporcionar um incremento no desempenho produtivo. Isso pode ser explicado pelo fato de que além da proteína, os subprodutos de origem animal também são excelentes fontes de aminoácidos essenciais, energia, gorduras (se insaturada favorece a absorção das saturadas: efeito extra-calorico), minerais e vitaminas (MEEKER e HAMILTON, 2006).

Entretanto, é um tema bastante discutido devido à dificuldade de padronização do processo produtivo, além de aspectos econômicos, de segurança alimentar e também da origem dos resíduos que compõem estas

farinhas (BELLAYER, 2002). Nesse sentido, avaliar a sua qualidade química e sanitária torna-se imprescindível para uma definição de seu uso ou não na alimentação animal.

A obtenção de farinha oriunda de carcaças de aves mortas nos sistemas de produção não deixa de ser um processo de reciclagem das aves. O processo consiste em uma transformação química e física pelo emprego de vários equipamentos e metodologias. Os procedimentos de reciclagem envolvem a aplicação de calor, a extração da umidade e separação da gordura. A metodologia utilizada para alcançar esses objetivos está ilustrada esquematicamente na figura 10 (HAMILTON e KIRSTEIN, 2002).

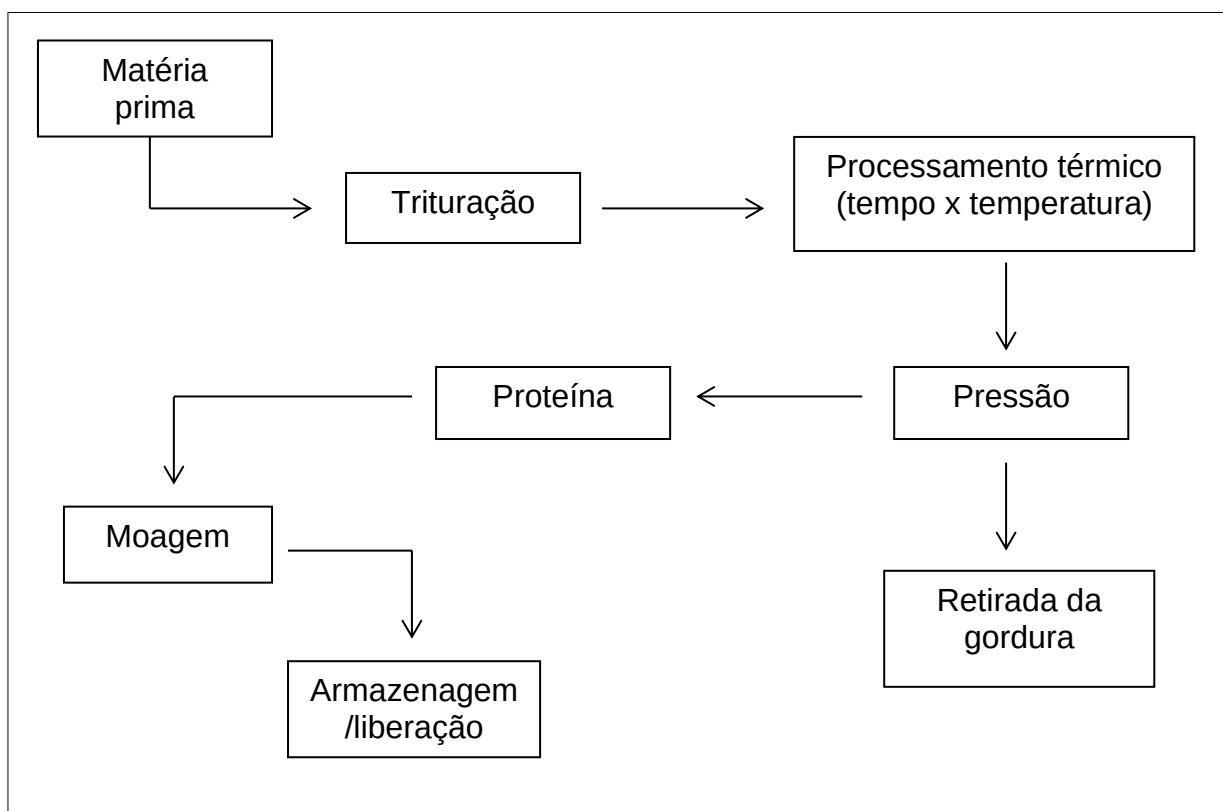


Figura 10 - Esquema do processo de reciclagem de aves.

FONTE: HAMILTON e KIRSTEIN, 2002.

Segundo Ishizuka (2015), no processo de cozimento a temperatura e o tempo são críticos e determinam a qualidade do produto final. O processo varia em função da composição da matéria prima. As tecnologias do sistema de reciclagem incluem a coleta e o transporte sanitário da matéria prima para a fábrica, onde é realizada a moagem para um tamanho consistente de partículas e

a posterior condução para um tanque de cozimento, que pode ser em bateria (batelada) ou fluxo contínuo. O cozimento é realizado comumente via emprego de temperatura indireta (vapor d'água), atingindo, ao final do processo, temperatura entre 115°C e 145°C, por 40 a 90 minutos, dependendo do tipo de sistema e materiais. Independentemente do tipo de cozimento, a gordura fundida é separada dos sólidos de proteínas e ossos, sendo que a porção maior da mistura é removida.

A produção de farinhas de resíduos de abatedouros, que são legalmente produzidas e exportadas, passa por um procedimento no qual o processo de reciclagem se assemelha, mas que envolve máquinas e tecnologias mais eficazes para cada função. Segundo Bellaver (2001), o processo básico de produção de farinhas animais consiste na retirada do excesso de água; trituração dos resíduos de abate não comestíveis, quando necessário; condução aos digestores para cocção com ou sem pressão, por tempo variável, dependendo do processo; drenagem, prensagem ou centrifugação da gordura; e moagem do resíduo sólido, na forma de farinha, com especificações de granulometria variáveis.

O processamento deve ser feito preferencialmente em seguida ao abate ou dentro das 24 horas seguintes, evitando assim a putrefação e oxidação das gorduras. O conhecimento da origem do material a ser processado é essencial para indicar a qualidade e, se desconhecido, como no caso das carcaças de aves mortas nos sistemas de produção, pode se tornar um problema. Embora se possa analisar cada partida dessa farinha produzida ou da farinha de origem animal convencional, há dificuldades na inclusão desse novo ingrediente na rotina de análises dos demais ingredientes das dietas. É preciso ter em mente que a qualidade das farinhas de origem animal é determinada a partir da análise de riscos microbiológicos, de oxidação (peroxidação das gorduras), além da presença e produção de amins biogênicas, que até o momento não é feita como análise de rotina.

2.2.4.1. Riscos microbiológicos

As temperaturas de processamento de farinhas eliminam grande parte, senão toda a contaminação bacteriana dos subprodutos. Troutt et al. (2001) estudaram a eficácia do Sistema de Reciclagem Animal dos EUA segundo a destruição das bactérias patogênicas *Clostridium perfringens*, *Listeria* sp, *L.*

monocytogenes, *Campylobacter* sp, *Campylobacter jejuni* e *Salmonella* sp, e concluíram que após o processamento não houve nenhuma amostra positiva. Entretanto, a recontaminação das farinhas é algo que tem grande chance de acontecer devido ao manuseio, transporte e outros fatores do ambiente e, por isso, deve ser monitorada ao longo do ano, evitando a perda de qualidade por recontaminação. Segundo Ishizuka (2015), a manipulação de ingredientes após o cozimento pode causar recontaminação, fato que ocorre com qualquer manipulação de ingredientes, sendo que algumas espécies de salmonela comumente associadas a alimentos tornam-se fortemente suspeitas por terem sido originárias de subprodutos de origem animal. Portanto, é fundamental monitorar os manuais de procedimentos das indústrias de alimentos ou códigos sobre práticas realizadas nos períodos anterior e posterior à manipulação de ingredientes e alimentos manufaturados.

Para reduzir o risco de bactérias em farinhas, era prática comum nas graxarias adicionar substância a base de formaldeído no processo de fabricação, o que impede o crescimento bacteriano. Atualmente, este produto está sendo substituído por outros produtos, pois há países importadores que não permitem o uso do formaldeído em função do seu resíduo.

2.2.4.2. Oxidação das farinhas

As farinhas de origem animal são ricas em gorduras, com isso possuem maior facilidade em se autoxidarem, pelo início da formação de radicais livres (BELLAYER, 2001). A oxidação, uma vez iniciada, é um processo autocatalítico e desenvolve-se em aceleração crescente. Fatores como temperatura, presença de enzimas, luz e íons metálicos podem influenciar a formação de radicais livres, os quais em contato com oxigênio molecular formam um peróxido que, em reação com outra molécula oxidável, induz a formação de hidroperóxido e outro radical livre. Os hidroperóxidos, por sua vez, dão origem a dois radicais livres, capazes de atacar outras moléculas e formar mais radicais livres, em progressão geométrica. As moléculas formadas, contendo o radical livre, ao se romperem formam produtos de peso molecular mais baixo (aldeídos, cetonas, álcoois e ésteres), os quais são voláteis e responsáveis pelos odores da rancificação (RUTZ e LIMA, 1994). Um aumento de ácidos graxos livres em gorduras pode

indicar deterioração na qualidade devido ao aumento da hidrólise e ao desenvolvimento da rancidez (BELLAYER, 2001).

É importante impedir o início da formação de radicais livres, o que pode ser feito através do manejo adequado de produção e armazenamento (SCHEUERMANN et al., 2007). Nutricionistas têm utilizado antioxidantes nas dietas (e nas farinhas) para inibir o processo de oxidação. Os antioxidantes são substâncias usadas para a preservação do alimento, retardando sua deterioração, rancificação e perda de coloração devido à oxidação. Dos mecanismos de ação dos antioxidantes, os mais importantes são a doação de hidrogênio e de elétrons pelo antioxidante (RUTZ e LIMA, 1994).

Devido ao alto custo e instabilidade dos antioxidantes naturais, diversos antioxidantes sintéticos têm sido usados para estabilizar o processo de rancificação de óleos e gorduras, sendo o hidroxitolueno butilado (BHT) e hidroxianisol butilado (BHA) os mais utilizados (RUTZ e LIMA, 1994). Como exemplo, em estudo realizado por Racanici et al. (2000) foi adicionado 500 mg/kg de BHT à farinha de carne e ossos, o que protegeu-a da rancidez oxidativa por até sete dias após sua produção.

Portanto, em se tratando de farinhas de origem animal é necessário que haja um controle rigoroso quanto à utilização de antioxidantes. Seu uso proporcionará um tempo maior de armazenamento e também garantirá uma melhor qualidade, no que diz respeito a odor, textura e permanência de suas qualidades nutricionais.

2.2.4.3. Aminas biogênicas

As aminas biogênicas são assim chamadas devido a sua origem biológica, já que ocorrem naturalmente em microrganismos, plantas e animais, atuando nos seus processos metabólicos com diferentes funções fisiológicas.

A análise de aminas biogênicas em farinhas de origem animal é feita para averiguar os parâmetros de qualidade, assim pressupondo os riscos à intoxicação pela ingestão de altos níveis de aminas. Neste caso, a mensuração da qualidade dos alimentos é feita através da determinação da quantidade de aminas biogênicas produzidas ao longo do tempo, através da análise de HPLC. As aminas possuem baixo peso molecular e sua formação é essencialmente resultante da descarboxilação enzimática de aminoácidos livres às suas aminas

correspondentes (DEN BRINKER et al., 2003) e da transaminação de aldeídos e cetonas (CARDOZO et al., 2013).

Os alimentos de origem animal são ricos em aminoácidos livres e, com isso, susceptíveis à contaminação de aminas biogênicas, podendo estar presentes em elevadas concentrações (DEN BRINKER et al., 2003). As que são mais prevalentes em carnes e produtos derivados são a putrescina, a cadaverina, a histamina e a tiramina (STADNIK e DOLATOWSKI, 2010). Os pesquisadores Tamim e Doerr (2003) observaram um aumento linear na produção de aminas biogênicas com o passar do tempo, ao avaliarem o efeito da putrefação de carcaças de frangos nos tempos de 0 a 72 h, com intervalos de análise de 6 em 6 h, com permanência das carcaças ao ambiente e com temperatura de 30°C. Os autores encontraram, para o tempo de 72 h de putrefação das carcaças das aves, 243,9 mg/kg para a cadaverina e 357,30 mg/kg para a tiramina. Segundo Cardozo et al. (2013), as temperaturas elevadas eliminam os microrganismos, porém uma vez formadas as aminas biogênicas no alimento, reduzir seu conteúdo é bastante difícil já que elas são termicamente estáveis mesmo em exposições prolongadas. Diante disso, o processo para a fabricação das farinhas se torna ineficiente caso as carcaças estejam contaminadas por aminas biogênicas.

É interessante salientar que a putrescina, a mais simples das aminas biogênicas, quando adicionada em até 0,2% na dieta foi considerada promotora de crescimento de frangos e tóxica à medida que sua inclusão aumentou para até 1% na dieta (SMITH, 1990).

Segundo Sousadias e Smith (1995), a espermina que é a amina que apresenta maior carga iônica (catiônica) das aminas biogênicas, foi considerada tóxica quando administrada à dieta de frangos (1 a 14 dias) no nível de 0,2%, havendo também tendência de piora no desempenho quando utilizada na concentração de 0,1% na dieta.

De acordo com Barnes et al. (2001) e Sousadias e Smith (1995), fica claro o efeito depressivo no crescimento dos animais devido à presença de aminas biogênicas na dieta. Porém, esse efeito é dependente do peso molecular, da carga catiônica, bem como das concentrações de aminas biogênicas existentes na dieta, assim como da particularidade de resposta de cada animal em relação a um nível específico de amina biogênica presente na sua dieta. Estudos também mostraram que as aminas biogênicas, quando em baixa concentração, por vezes

serviram como promotoras de crescimento nos animais, como a pesquisa anteriormente relatada com a putrescina, e que não causam queda de desempenho, e problemas histopatológicos, como o estudo realizado por Friday et al. (1999). As aminas podem causar problemas toxicológicos, afetando órgãos como fígado, pâncreas e rins e assim causar lesões e problemas diversos nos animais.

2.2.5. Viabilidade do uso das farinhas de aves mortas durante o sistema de produção

A utilização de farinhas de origem animal em dietas de não ruminantes, em substituição parcial ao milho e ao farelo de soja, em função de possuírem alta digestibilidade e elevado teor proteico, torna-se interessante pela provável redução do custo da dieta. Porém, a farinha precisa ser utilizada dentro dos níveis recomendados para cada espécie animal e fase de vida. Essa substituição não acarreta em prejuízos no desempenho dos animais, desde que controlados os riscos microbiológicos, oxidação e a presença de aminas biogênicas. Por outro lado, no que diz respeito à inclusão na alimentação dos animais de uma farinha de origem animal oriunda de carcaças de aves mortas no decorrer do seu sistema de produção, é necessário que haja mais estudos averiguando seus potenciais riscos e a viabilidade de sua incorporação no mercado junto às demais farinhas produzidas. Da mesma forma, precisam ser analisados os mesmos riscos e fatores de qualidade, além de se ter um total controle de rastreabilidade das carcaças utilizadas, visando assegurar que o material não esteja contaminado por alguma doença. Por levar mais de 24 horas desde a morte do animal até o processamento da farinha, a produção de aminas biogênicas tende a aumentar, conforme explicado anteriormente. E essa dinâmica de formação das aminas biogênicas com o passar do tempo, influenciada pela temperatura e pH, precisa ser levada em consideração para uma tomada de decisão mais precisa.

Atualmente, não existe legislação específica para produtos de origem animal, com exceção de pescados ou produtos de pesca. Assim, há necessidade de mais estudos sobre a dinâmica de formação de aminas biogênicas em produtos de origem animal para a definição de limites e, com isso, estabelecer procedimentos e legislações para a viabilidade desse material na produção de farinhas de qualidade.

É sabido que há outras formas de destinação das carcaças, como a compostagem, a incineração, a desidratação, dentre outras. No entanto, a utilização de carcaças para a fabricação de farinhas com vistas à utilização na alimentação animal se tornará viável se sanadas todas as dúvidas e questionamentos quanto a sua segurança alimentar e procedimentos de produção, consubstanciado por estudos científicos comprovando os efeitos benéficos nos animais.

2.3. Considerações finais

A utilização de farinhas de origem animal na alimentação animal é um tema polêmico, pois além dos benefícios, como alta digestibilidade e elevados níveis proteicos, há necessidade de cuidados no que diz respeito à segurança alimentar.

A farinha possui elevados riscos de recontaminação por microrganismos, além de ser susceptível a oxidação e formação de aminas biogênicas, levando à preocupação geral sobre o seu uso ou não na alimentação de não ruminantes. Assim, toda consideração que se faça aos subprodutos de origem animal, deve analisar o que representa para o país. Evidentemente que defende-se a melhoria da qualidade dos subprodutos de modo a tratá-los como ingredientes, sempre levando em consideração a qualidade nutricional e sanitária dos mesmos. Para isso, são realizadas análises quantitativas e qualitativas de microrganismos, prevenção de oxidação com a utilização de antioxidantes e mensuração da dinâmica de formação de aminas biogênicas. Todavia, a utilização de farinhas de origem animal oriundas de carcaças de aves mortas no decorrer do processo de produção na alimentação animal faz parte de um dos temas mais polêmicos na atualidade, pois há outros métodos para a sua destinação, os quais não colocariam em risco a segurança alimentar. No entanto, cabe salientar que todos os cuidados com a produção e qualidade dessas farinhas se assemelham com os das demais farinhas de origem animal, produzidas de modo convencional.

2.4 Referências bibliográficas

ABRA. Associação Brasileira de Reciclagem Animal. II Diagnóstico da Indústria Brasileira de Reciclagem Animal. Brasília, DF. 2014.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. Brasília - DF. Disponível em <http://abpa-br.com.br/>, acessado em 27/02/2016.

ANUALPEC. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2014.

ANUALPEC. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2015.

BARNES, D.M.; KIRBY, Y.K.; OLIVER, K.G. Effects of Biogenic Amines on Growth and the Incidence of Proventricular Lesions in Broiler Chickens. **Poultry Science**. v. 80, p.906-911, 2001.

BELLAVER, C. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. In: **Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal**. Anais... Campinas-SP. p. 67-190, 2001.

BELLAVER, C. Uso de resíduos de origem animal na alimentação de frangos de corte. In: **Simpósio Brasil Sul de Avicultura 2**. Anais... Chapecó: ACAV-EMBRAPA, 2002. p. 6-22.

BELLAVER, C. Farinhas e gorduras de origem animal. In: REGINA, R. Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos. 1ed. São Paulo: Fundação Cargill. p.126-153, 2010.

BUTOLO, J.E. Ingredientes de Origem Animal. In: BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 2ed. Campinas: Mundo Agro Editora. p. 239-280, 2010.

CARDOZO, M.; LIMA, K.L.S.; FRANÇA, A.L.S.L. Aminas Biogênicas: Um problema de Saúde Pública. **Revista Virtual de Química**. v.2, n.5, p.149-168, 2013.

DEN BRINKER, C. A. et al. Biogenic amines in Australian animal by-product meals. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 43, n. 2, p.113–119, 2003.

DIAS, J.A. Exports - The Strategg of the Brazilian Animal Rendering Sector. In: GRISOLIA, A.V.S.; MACEDO, C.; CYPRIANO, L.; DIAS, J.A. The Rendering Industry Going Beyond. **Brazilian Renderers**. p. 10-13, 2016.

FAO. Executive Summary; Expert Consultation and Workshop on Protein Sources for the Animal Feed Industry. Food and Agriculture Organization in association with the International Feed Industry Federation. Bangkok, Thailand, April 29 – May 2, 2002.

FARIA FILHO, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; FARIA, D.E.; ARAÚJO, L.F.; RIZZO, M.F. Avaliação dos tipos de farinha de carne e ossos sobre o desempenho de

frangos de corte machos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas. v. 2, supl. 2, p.19, 2000.

FIRMAN, J.D. Rendered products in poultry nutrition. In: MEEKER, D.L. **Essential Rendering**. 1ed. Arlington: National Renderers Association. p. 125-139, 2006.

FRIDAY, M.L.; FIRMAN, J.D. Effects of Biogenic amines on Broiler Performance. **Journal Applied Poultry Science**. v. 8, p.408-413, 1999.

HAMILTON, C.R.; KIRSTEIN, D. **National Renderers Association review**. 2002.

HAMILTON, C.R.; KIRSTEIN, D.; BREITMEYER, R.E. The rendering industry's biosecurity contribution to public and animal health. In: MEEKER, D.L. **Essential Rendering**. 1ed. Arlington: National Renderers Association. p. 71-94, 2006.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Área territorial Brasileira. IBGE: Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/principal.shtm>. Acesso em: 12/01/2017.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Séries históricas e estatísticas. Produção de origem animal - quantidade produzida Área territorial Brasileira. IBGE: Rio de Janeiro. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=0&vcodigo=PPM2&t=producao-origem-animal-quantidade-produzida>. Acesso em: 12/01/2017.

ISHIZUKA, M.M. Descrição sobre Disposição de Animais Mortos/Reciclagem. In: ISHIZUKA, M.M. Mitigando Riscos na Coleta de Carcaças de Suíno. 1ed. Brasília: **Associação Brasileira de Reciclagem Animal**. p. 49-84, 2015.

KRABBE, L.E; WILBERT, C.A. Os passivos das cadeias de produção de proteína animal – animais mortos. **Avicultura Industrial**, Florianópolis, SC, ed. 1251, n. 1, p. 24-31, 2016.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº34, de 28 de maio de 2008**. Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Higienic Sanitária e Tecnológica do Processamento de Resíduos de Animais e o Modelo de Documento de Transporte de Resíduos Animais. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=284275208>. Acesso em: 12/01/2017.

MEEKER, D.L.; HAMILTON, C.R. An overview of the rendering industry. In: **Essential Rendering**. Arlington, Virginia: The National Renderers Association; The Fats and Proteins Research Foundation; The Animal Protein Producers Industry. p. 1-16, 2006.

RACANICCI, A.M.C.; MENTEN, J.F.M.; IAFIGLIOLA, M.C. et al. Efeito da adição de antioxidante BHT e do armazenamento sobre a qualidade da farinha de carne e ossos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola** 2. v.2, p.155-161, 2000.

REBOUÇAS, A.S.; ZANINI, A.; KIPERSTOK, A.; PEPE, I.M.; EMBIRUÇU, M. Contexto ambiental e aspectos tecnológicos das graxarias no Brasil para a inserção do pequeno produtor na indústria da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, p.499-509, 2010.

RUTZ, F.; LIMA, G.L.M.M. Uso de antioxidantes em rações e subprodutos. In: **Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas**. Anais... FACTA. Campinas. p. 73-84, 1984.

SCHEUERMANN, G.N.; ROSA, P.S.; BELLAVER, C. Farinhas de origem animal: Vantagens e limitações do seu uso na alimentação de monogástricos. In: **Simpósio Catarinense de Nutrição Animal**, 2007. Anais... Chapecó-SC. p. 1-17.

SMITH, T.K. Effect of dietary putrescine on whole body growth and polyamine metabolism. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.** p.194-332,1990.

SOUSADIAS, M.G; SMITH, T.K. Toxicity and growth-promoting potential of spermine when fed to chicks. **J. Anim. Sci.** v.73, p.2375-2381,1995.

STADNIK, J.; DOLATOWSKI, Z.J. Biogenic amines in meat and fermented meat products. **ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v.9, n.3, p.251-263, 2010.

TAMIM, N.M.; DOERR, J.A. Effect of Putrefaction of Poultry Carcasses Prior to Rendering on Biogenic Amine Production. **Journal of Applied Poultry Research**, n.12, p.456-460, 2003.

TROUTT, H.F.; SCHAEFFER, D.; KAKOMA, I.; PEARL, G.G. Prevalence of Selected Foodborne Pathogens in Final Rendered Products. Fats and Proteins Research Foundation (FPRF). Inc., Directors Digest. 312, 2001.

XAVIER, S.A.G. Farinha de penas e sangue e de vísceras em diferentes inclusões nas rações de frangos e seus efeitos no desempenho, digestibilidade e morfometria intestinal. Goiânia. Universidade Federal de Goiás, Dissertação de Mestrado, 2005. 51 p.

3. PROJETO DE PESQUISA

Projeto cadastrado no COCEPE sob o nº 8561

Registro no Comitê de Ética e Experimentação Animal (CEEAA): 9084

Efeito do tempo e forma de acondicionamento de carcaças de aves na produção e qualidade de farinhas e óleos utilizados na dieta de suínos

Equipe: Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier; Profa. Dra. Débora Cristina Nichelle Lopes; Prof. Ph.D. Fernando Rutz; Prof. Dr. Victor Fernando Büttow Roll; Pesquisador Dr. Everton Luis Krabbe; Pesquisador Dr. Valdir Silveira de Avila; Débora Aline Alves; Cristiéle Lange Contreira; Juliana Forgiarini; Lana Baron; Gizelle Bedendo; Idair Piccinin; Luis Carlos Bordin; Vicky Kawski; Francisco Noé Fonseca; Letícia Lopes; Diego Surek; Édio Klein; Dilson Holdefer; Djalmo Silva; Luis Carlos Ajala.

Débora Aline Alves

Pelotas, outubro de 2016

3.1. Caracterização do problema

O Brasil ocupa posição de extrema relevância no que se refere à produção mundial de proteína de origem animal. Esse resultado é fruto de um longo trabalho de desenvolvimento, modernização e intensificação dos setores pecuários. O setor avícola brasileiro é atualmente o 3º maior produtor de carne de frango, com um total de 12.691 mil toneladas/ano e o maior exportador mundial desse segmento, com 4.099 mil toneladas/ano (ABPA, 2014).

À medida que as atividades aumentam a escala de produção, também crescem os desafios, sendo um destes a destinação de animais que morrem ao longo da cadeia produtiva, seja por causas naturais, acidentais ou sanitárias. Atualmente, a cadeia avícola brasileira tem obtido um crescimento surpreendente, contando com um abate anual de 5,6 bilhões de cabeças. Entretanto, apresenta uma mortalidade média estimada de 3% no lote, representando assim um montante aproximado de 220 mil toneladas (KRABBE e WILBERT, 2016). Portanto, estima-se que em se tratando apenas de frangos de corte e suínos, a quantidade de animais mortos no Brasil ultrapasse 300.000 toneladas/ano, representando mais de R\$ 200 milhões/ano de perdas (KRABBE e WILBERT, 2016).

Apesar dos esforços em pesquisa e desenvolvimento buscando alternativas para a destinação de animais mortos, muitos desses adotados parcial ou integralmente pelo meio produtivo, o aumento da escala de produção e intensificação regional traz um novo cenário preocupante acerca do destino de carcaças de animais. Recentemente, as agroindústrias também têm dedicado esforço na busca de outras possibilidades, como o armazenamento desses animais mortos sob refrigeração e posterior coleta/transferência para indústrias fabricantes de farinhas de origem animal. Essa solução é controversa entre diferentes setores das cadeias produtivas de aves e suínos, havendo segmentos que são contrários ao seu uso, como a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o SINDIRAÇÕES e o SINDICARNES, e outros favoráveis, como a Associação Brasileira de Reciclagem Animal (ABRA).

A proteína da farinha de carne possui um alto valor biológico, o que é de suma importância para o preparo de dietas. Além da proteína, a farinha de carne possui um alto valor nutricional, pois contém gorduras e minerais, como cálcio e fósforo, e é excelente fonte de aminoácidos e vitamina B₁₂ (BUTOLO, 2010), além

de possuir um preço de mercado atrativo, sendo que a sua substituição tem despertado interesse na melhoria de desempenho animal (FIRMAN, 2006). Contudo, devido à alta exigência com a qualidade nutricional e sanitária, faz-se necessário um estudo sobre a padronização de procedimentos, visando boas práticas de fabricação e assegurando uma maior confiabilidade e qualidade da farinha de carne produzida. Diante disso, deve haver um cuidado especial quanto aos fatores antinutricionais (aminas e peróxidos), bactérias (salmonelas), odor e cor das farinhas de baixa qualidade, pois esses fatores podem afetar a qualidade final das rações e, conseqüentemente, a carne das aves alimentadas com dietas contendo esses ingredientes (BELLAYER, 2010).

A sanidade animal e a segurança alimentar são duas características primordiais que devem ser atendidas nas cadeias produtivas de carne. Espera-se de um país líder em exportação de carne, que este tenha profundo conhecimento e controle sobre essas questões na produção. Para isso, a correta destinação de animais que morrem naturalmente ao longo de seu período de desenvolvimento é fator de extrema relevância, sendo inclusive um dos questionamentos por parte das missões internacionais para que o Brasil seja aprovado como um potencial exportador de carne. Na atualidade, essa situação mudou completamente, e agora novas tecnologias precisam ser geradas ou adaptadas localmente como, por exemplo, a produção de farinhas de carne a partir de carcaças de animais mortos. Essa destinação pode gerar uma fonte de renda extra para os produtores que viabilizarem o destino das carcaças de aves mortas dos seus aviários para a produção de farinha de carne, além de estarem contribuindo com a conservação do meio ambiente e a biossegurança da granja.

Embora a ideia do uso de farinhas de carne produzidas com carcaças de aves mortas seja rejeitada por boa parte da cadeia produtiva, devido aos riscos sanitários e químicos, novos estudos devem ser realizados para gerar informações complementares, além de comprovar os conhecimentos tradicionais através do uso de análises laboratoriais e experimentos, permitindo, dessa forma, a geração de novas informações sobre o processamento e uso destas farinhas. Assim, objetiva-se com a realização deste estudo avaliar o uso de carcaças de aves mortas armazenadas sob diferentes tempos e condições para a produção de farinhas e sua caracterização química e biológica e posteriormente, avaliar o uso

das farinhas e do óleo de origem animal produzidos na alimentação de leitões em fase de creche.

3.2. Objetivos e metas

3.2.1. Objetivo geral

Avaliar o uso de carcaças de aves armazenadas em diferentes tempos e condições para a produção de farinhas e de óleo de origem animal como fonte energética na alimentação de leitões em fase de creche e sua caracterização química e biológica.

3.2.1.1. Objetivos específicos

- Avaliar o tempo e as condições de acondicionamento de carcaças de aves e seus reflexos na qualidade nutricional, microbiológica e toxicológica de farinhas produzidas a partir das mesmas;
- Desenvolver, adaptar e validar metodologias laboratoriais para a caracterização de farinhas de aves mortas;
- Avaliar o uso de carcaças de aves mortas e o óleo de origem animal armazenados sob diferentes tempos e condições para a produção de farinhas e de fonte energética na alimentação de leitões em fase de creche;
- Elaborar um documento técnico recomendando a melhor forma de armazenamento de aves mortas para a produção de farinhas e impactos na qualidade final.

3.2.2. Metas

Espera-se obter um resultado conclusivo sobre o possível uso de carcaças de aves para a fabricação de farinha de carne e óleo na alimentação de suínos, informando ao meio produtivo e científico resultados sobre o tempo e o tipo de acondicionamento dessas carcaças, além de demonstrar quais as avaliações microbiológicas, toxicológicas e nutricionais deverão ser realizadas. Assim, espera-se trazer informações relevantes relacionadas à destinação de aves mortas através da fabricação de farinhas e óleos.

3.3. Metodologia

O projeto será realizado na Embrapa Suínos e Aves, na cidade de Concórdia-SC, nos anos de 2017 e 2018. Será realizado um estudo sobre a viabilidade de produção de farinhas a partir de carcaças de aves acondicionadas sob diferentes tempos e condições de temperatura avaliando-se características químicas, microbiológicas e toxicológicas, e o uso das farinhas e do óleo de origem animal produzido na alimentação de leitões em fase de creche.

A execução das atividades e planos de ação deste projeto seguirá uma lógica que tem por objetivo aproveitar tecnologias já existentes, como o processo de produção de farinhas atual, e adaptá-lo para a fabricação de farinha de origem animal a partir de carcaças de aves. Desta maneira, serão realizados três experimentos, sendo que o primeiro será aquele em que será produzida a farinha e extraído o óleo de origem animal com dois tipos de acondicionamento das carcaças (refrigerado e ao ambiente) em quatros diferentes tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) avaliando-se parâmetros qualitativos das farinhas. No segundo e terceiro experimentos serão fornecidos aos leitões em fase de creche as farinhas produzidas (experimento 2) e óleo de origem animal extraído (experimento 3) visando obter resultados de desempenho e digestibilidade.

3.3.1.1. Local e instalações

O experimento será realizado no Setor de Sanidade Animal da Embrapa Suínos e Aves, no prédio de necropsia. A estrutura física do prédio é composta de uma área suja (onde serão realizados os procedimentos prévios da produção da farinha e retirada da amostra moída *in natura* das aves) e uma área limpa onde serão realizados todos os procedimentos de cozimento, prensagem e retirada de amostras da parte sólida (torta prensada). No local existe uma câmara fria onde serão armazenados os frangos dos tratamentos sob refrigeração e no lado externo ao prédio há uma sala (local restrito) onde permanecerão as aves mortas, correspondendo aos tratamentos do acondicionamento ao ambiente.

3.3.1.2. Animais

Serão utilizados 224 frangos de corte, da linhagem *Cobb 500* com 46 dias de idade. Os animais utilizados serão provenientes do Setor de Metabolismo da

Embrapa. As aves permanecerão em gaiolas, submetidas à mesma alimentação e manejo, sendo que até os 28 dias permanecerão 12 aves por gaiola e dos 28 aos 46 dias, seis frangos de corte em cada gaiola metabólica medindo 0,80 x 0,80, 0,25 m. As aves serão sacrificadas por deslocamento cervical, sem prévio jejum, devido à impossibilidade do uso de anestésicos para a eutanásia, pois as carcaças serão utilizadas para o fabrico de farinhas. Posteriormente, as carcaças serão transferidas até o prédio de necropsia para utilização nos tratamentos.

3.3.1.3. Tratamentos

O experimento será composto por sete tratamentos, sendo que o tratamento momento 0 hora (controle) será o mesmo para os dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente). Os tratamentos serão definidos a partir das aves mortas no momento zero, conforme a seguir:

- T1 = momento 0 hora;
- T2 = momento 24 horas sob acondicionamento refrigerado;
- T3 = momento 24 horas sob acondicionamento ambiente;
- T4 = momento 48 horas sob acondicionamento refrigerado;
- T5 = momento 48 horas sob acondicionamento ambiente;
- T6 = momento 72 horas sob acondicionamento refrigerado;
- T7 = momento 72 horas sob acondicionamento ambiente.

3.3.1.4. Procedimento experimental

Considerando a morosidade da moagem e a posterior produção das farinhas, o experimento será estruturado de forma a distribuir as atividades em dois turnos, executando um tratamento em cada turno.

As aves serão abatidas e recolhidas no mesmo dia em dois turnos (manhã e tarde). Noventa e seis frangos de corte serão abatidos às 8 h da manhã, correspondendo ao tipo de acondicionamento sob refrigeração (temperatura da câmara fria em média 7°C) e 128 às 12h30min. Destes, 32 carcaças serão processadas imediatamente (0 h) e as demais 96 corresponderão ao tipo de acondicionamento ambiente.

O experimento terá início em uma segunda-feira à tarde. Na terça-feira pela manhã serão utilizadas 32 carcaças para a realização do T2 (momento 24 horas – refrigerado) e à tarde mais 32 para o T3 (momento 24 horas – ambiente). Na

quarta-feira pela manhã serão utilizadas 32 carcaças para o T4 (momento 48 horas – refrigerado) e à tarde mais 32 para o tratamento T5 (momento 48 horas – ambiente). Finalmente, na quinta-feira de manhã serão utilizadas mais 32 carcaças para o T6 (momento 72 horas – refrigerado) e à tarde mais 32 para o T7 (momento 72 horas – ambiente). O procedimento está apresentado no quadro 1.

Quadro 1 - Cronograma de execução experimental

Segunda-feira	
Manhã	Tarde
	T1 – 0 hora 32 carcaças
Terça-feira	
Manhã	Tarde
T2 – 24 horas Refrigerado/32 carcaças	T3 – 24 horas Ambiente/32 carcaças
Quarta-feira	
Manhã	Tarde
T4 – 48 horas Refrigerado/32 carcaças	T5 – 48 horas Ambiente/32 carcaças
Quinta-feira	
Manhã	Tarde
T6 – 72 horas Refrigerado/32 carcaças	T7 – 72 horas Ambiente/32 carcaças

O experimento para a produção da farinha de carne oriunda de carcaças de frangos de corte terá duração de quatro dias (de segunda à quinta-feira). Serão escolhidas quatro carcaças (duas do tipo de acondicionamento refrigerado e duas do ambiente) para colocação de *datalogger* interno para a verificação da temperatura interna e também serão colocados *datalogger* na parte externa da sala e da câmara fria para a aferição da temperatura dos locais de acondicionamento.

Serão coletadas ao acaso quatro carcaças da câmara fria (tipo de acondicionamento refrigerado) ou da sala de estocagem (tipo de acondicionamento ambiente), de acordo com o turno do dia, conforme descrito anteriormente. Essas aves mortas farão parte da unidade experimental, de uma das oito repetições de cada tratamento, da qual será realizada a produção da farinha. O cronograma de tempo de preparo da massa de carne das aves mortas, tempo de cozimento, pressão e tempo de prensagem, e retiradas das amostras estão descritas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Cronograma e tempo de preparo das panelas com início do cozimento, tempo de cozimento, prensagem e total para o turno da manhã

REPETIÇÕES	Tempo de preparo da farinha / MANHÃ			
	Início do cozimento	Tempo de cozimento	Tempo de prensagem	Tempo total
R – 1	8h30	9h30	20 min	9h50
R – 2	8h50	9h50	20 min	10h10
R – 3	9h10	10h10	20 min	10h30
R – 4	9h30	10h30	20 min	10h50
R – 5	9h50	10h50	20 min	11h10
R – 6	10h10	11h10	20 min	11h30
R – 7	10h30	11h30	20 min	11h50
R – 8	10h50	11h50	20 min	12h10

Tabela 2 - Cronograma e tempo de preparo das panelas com início do cozimento, tempo de cozimento, prensagem e total para o turno da tarde

REPETIÇÕES	Tempo de preparo da farinha / TARDE			
	Início do cozimento	Tempo de cozimento	Tempo de prensagem	Tempo total
R – 1	13h	14h	20 min	14h20
R – 2	13h20	14h20	20 min	14h40
R – 3	13h40	14h40	20 min	15h
R – 4	14h	15h	20 min	15h20
R – 5	14h20	15h20	20 min	15h40
R – 6	14h40	15h40	20 min	16h
R – 7	15h	16h	20 min	16h20
R – 8	15h20	16h20	20 min	16h40

3.3.1.4.1. Fases do processo de produção de farinha de carne de carcaças de frangos de corte

A cronologia dos procedimentos para a produção de farinha de carne a partir das carcaças de frangos encontra-se descrita no quadro 2.

Quadro 2 - Cronologia dos procedimentos para a produção de farinha de carne

1	Escolher ao acaso quatro frangos de corte mortos.
2	Realizar a pesagem de cada ave morta para a obtenção de um peso de massa uniforme das unidades experimentais.
3	Medir o pH e a temperatura das quatro aves mortas através do uso de um pHmetro, das seguintes partes: coxa, peito e cavidade abdominal. Medir a temperatura externa da ave morta com uso de um termômetro de infravermelho.
4	Cortar as carcaças em pedaços e efetuar a sua moagem (moedor FOSS®) ¹ . Retirar da massa moída cerca de 1,5 kg e moer novamente por 1min30s. Do patê gerado retirar uma amostra de 450 g.
5	Devolver à panela o restante do patê que não foi utilizado para a amostra. Pesar a panela para obter o valor total da massa de carne moída e adicionar 35% de óleo de soja degomado.
6	Colocar a panela sobre o fogão industrial para o cozimento da massa de carne por 30 min. Realizar revolvimentos periódicos da massa de 5 min em 5 min. Após esse período tampar as panelas e manter a uma pressão de 0,5 lb/cm ² e temperatura de 115°C por 30 min. Verificar as temperaturas da parte externa e interna da panela nos tempos 0, 20, 40 e 60 min, através de um termômetro infravermelho.
7	Retirar a panela do fogão, esperar a pressão reduzir a zero e então abrí-la.
8	Despejar a massa cozida em um saco branco limpo (utilizado como coador) e colocá-lo dentro da prensa. Realizar a prensagem da massa. Coletar o óleo em um recipiente junto à prensa.
9	Pesar o óleo e a massa prensada.
10	Retirar amostra de 500 g da torta da massa prensada (farinha).

Esses procedimentos estão também ilustrados na figura 1, abaixo.

¹ Moedor modelo HM 297 Homogeniser – Labtec™ Line

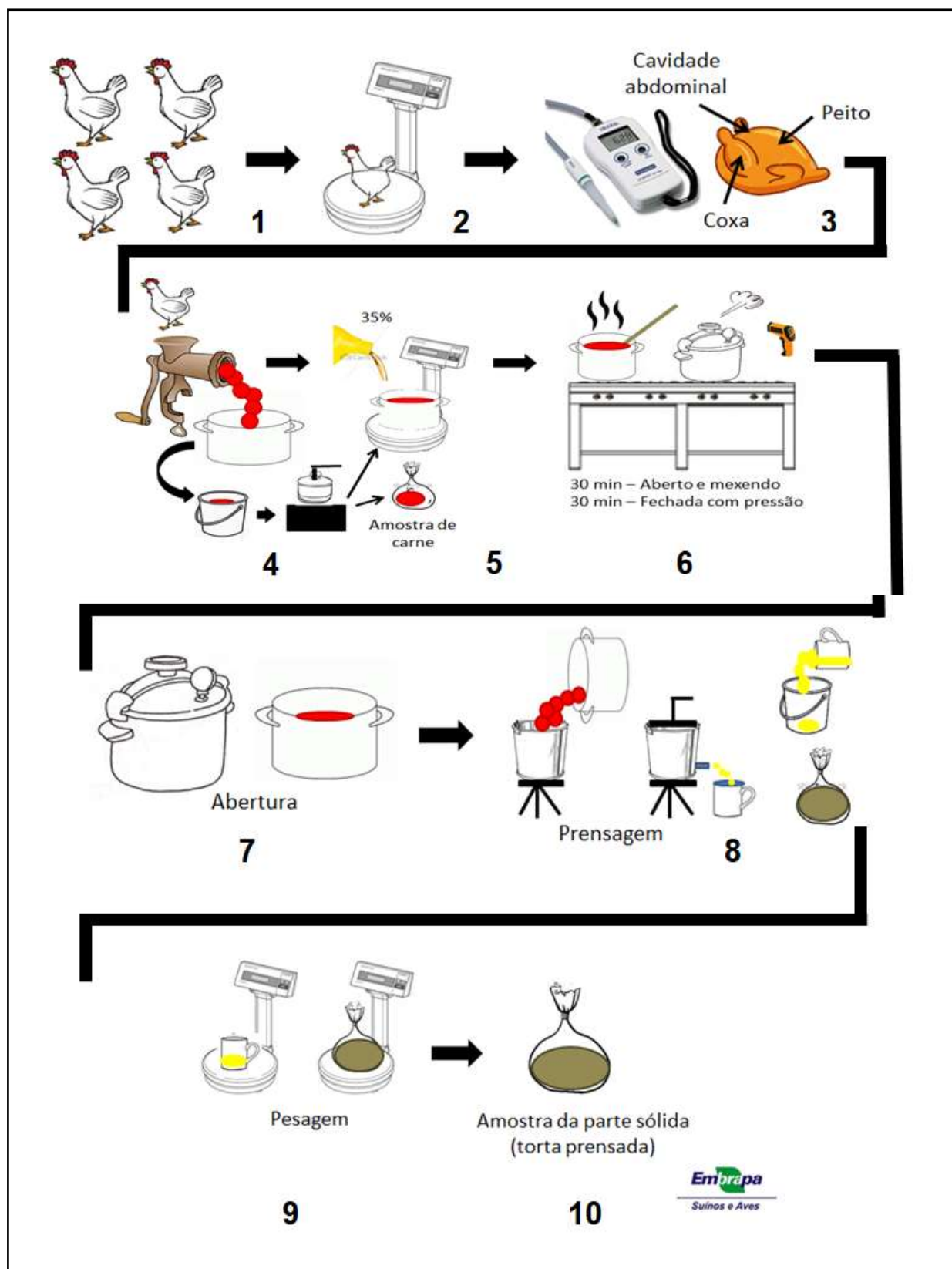


Figura 1 - Processo para a produção da farinha de carne de frangos de corte.

3.3.1.5. Variáveis analisadas

Serão analisadas as seguintes variáveis: análise da eficiência do processo; análises na massa de carne *in natura* das carcaças dos frangos de corte e da torta prensada (farinha).

3.3.1.5.1. Análise da eficiência do processo

Serão tabulados em uma planilha de Excel o peso da massa *in natura* moída das quatro carcaças, correspondente à repetição e ao tratamento que estiver sendo realizado. Após, será calculado 35% do valor dessa massa moída para adicionar óleo degomado. Assim, serão obtidos os dados da quantidade de massa moída *in natura* das carcaças das aves, a porcentagem de óleo adicionado, a quantidade de óleo adicionado e o peso da massa moída *in natura* + peso do óleo adicionado.

Após o processo de cozimento, a massa cozida será prensada, obtendo-se a torta prensada e o respectivo óleo. Dessa forma, serão obtidos o peso da torta prensada (farinha), o peso do óleo que saiu com a prensagem e o peso da torta prensada + peso óleo que saiu com a prensagem.

O cálculo da perda no processo será realizado utilizando-se o valor da massa moída *in natura* + óleo adicionado, subtraindo-se o valor da torta prensada (farinha) + óleo que saiu com a prensagem. A quantidade de gordura oriunda das carcaças das aves será calculada utilizando-se o valor da quantidade de óleo extraído com a prensagem, subtraindo o valor de óleo degomado adicionado à massa *in natura* moída das carcaças. A porcentagem de gordura oriunda das carcaças dos frangos de corte será calculada utilizando-se o valor da gordura proveniente das carcaças das aves multiplicado por 100 e dividido pela massa *in natura* moída. Da mesma forma, a porcentagem de massa prensada (farinha) será calculada utilizando-se o valor da massa prensada (farinha) multiplicado por 100 e dividido pela massa *in natura* moída.

Serão computados os seguintes dados para fazer a análise de eficiência do processo: peso da massa *in natura* moída das aves na entrada do processo; peso do volume de óleo adicionado; perdas no processo; fração massa prensada (farinha) produzida ao final do processo; óleo resultante da prensagem; porcentagem de massa prensada (farinha); e porcentagem de gordura provinda das carcaças das aves.

3.3.1.5.2. Massa de carne *in natura* e torta prensada (farinhas) das carcaças dos frangos de corte

De posse das amostras da massa de carne *in natura* moída dos frangos de corte e da torta prensada (farinha), serão realizadas no Laboratório de Análises Físico-químicas (LAFQ) da Embrapa Suínos e Aves e no Centro de Diagnóstico de Sanidade Animal – Conórdia/SC (CEDISA) as seguintes determinações:

Massa de carne *in natura* moída

- Análise bromatológica: matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM);
- Aminas biogênicas (putrescina, cadaverina e histamina);
- Contagem de microrganismos (*Salmonella* spp. e *Clostridium* spp.).

Torta prensada (farinha)

- Acidez;
- Análise bromatológica (MS, EE, PB, MM, Ca e P);
- Aminas biogênicas (putrescina, cadaverina e histamina);
- Contagem de microrganismos (*Salmonella* spp. e *Clostridium* spp.);
- Peróxidos;
- Solubilidade proteica;
- TBA.

3.3.1.6. Delineamento experimental

O delineamento experimental a ser utilizado será o inteiramente casualizado (DIC). Os frangos de corte mortos serão distribuídos em um esquema fatorial 2x4, com dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e com quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h), com oito repetições por tratamento, sendo a unidade experimental formada por quatro carcaças de frangos de corte.

3.3.1.7. Análises estatísticas

Será realizada a verificação do teste F global ($P < 0,05$) e as médias dos tratamentos serão submetidas à análise de regressão polinomial. Será também realizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises serão realizadas com o uso do programa Statistix 10.

3.3.2.Experimento 2 – Ensaio de metabolismo com farinhas de carcaças de aves (leitões 20 kg)

3.3.2.1. Local e instalações

O experimento será realizado na Embrapa Suínos e Aves, Concórdia-SC, no Setor de Metabolismo de Suínos. No local, há uma sala com *freezers* onde serão armazenadas as fezes e urina dos leitões, assim como as farinhas e sobras de rações. O óleo será armazenado em geladeira nesse mesmo local. No lado externo ao prédio há uma sala onde ficam as estufas e os moedores para fazer o procedimento de homogeneização e secagem das fezes e das sobras de ração.

3.2.2. Animais

Serão utilizados 72 leitões (machos castrados) com peso médio de 20 kg (selecionados com base no peso para obter um grupo uniforme) repetidos no tempo (três ensaios) cada um com sete dias de adaptação e cinco de coletas. Os animais utilizados serão provenientes do Setor de Produção de Suínos da Embrapa. Os leitões permanecerão em gaiolas metabólicas durante o período de cada ensaio. As gaiolas possuem regulagens de altura e largura, com um comedouro e um coletor de urina e fezes acoplados. Os leitões permanecerão em gaiolas por 14 dias, submetidos à mesma alimentação e manejo. Ao final de cada ensaio os animais serão sacrificados e necropsiados, mediante a administração de Zoletil 50, de acordo com a dose especificada na bula, seguido de choque elétrico. As carcaças serão destinadas à compostagem.

3.3.2.3. Tratamentos

O experimento será composto por oito tratamentos. Será utilizada uma dieta controle (T1) a base de milho e farelo de soja. Nas demais dietas serão substituídos 10% da dieta controle por farinha oriunda de carcaças de aves mortas, em dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h), compondo os tratamentos T2 a T8, conforme a seguir:

- T1 = Dieta controle;
- T2 = momento 0 hora;
- T3 = momento 24 horas sob acondicionamento refrigerado;
- T4 = momento 24 horas sob acondicionamento ambiente;

- T5 = momento 48 horas sob acondicionamento refrigerado;
- T6 = momento 48 horas sob acondicionamento ambiente;
- T7 = momento 72 horas sob acondicionamento refrigerado;
- T8 = momento 72 horas sob acondicionamento ambiente.

As dietas visam atender as exigências nutricionais dos suínos.

A substituição dos 10% da dieta controle por farinha de carcaças de aves na dieta de cada tratamento (2 ao 8) será realizada no Setor de Metabolismo e não na Fábrica de Rações, evitando-se assim riscos à biosseguridade, em função da Fábrica de Rações atender também a outras demandas da Embrapa.

3.3.2.4. Procedimento experimental

A quantidade de ração fornecida diariamente a cada animal será calculada com base no peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$). As dietas serão fornecidas duas vezes ao dia (manhã e tarde), na forma umedecida para evitar perdas e facilitar a ingestão.

Os animais serão pesados no início da adaptação, durante a coleta e ao final da mesma. Para determinar o início e o final do período de coleta de fezes, será adicionado marcador fecal (óxido férrico) nas dietas. As coletas de fezes serão realizadas uma vez ao dia, sendo pesadas, acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados no *freezer* para evitar fermentação das amostras. A urina será recolhida uma vez ao dia, em baldes plásticos, contendo 20 mL de HCl (diluído na proporção 1:1) para evitar fermentação e perda de nitrogênio. O volume será completado para 3 L com água destilada, para manter o valor constante para todos os animais, utilizando-se um funil com lã de vidro para reter as impurezas (pêlos e fezes). As amostras serão homogeneizadas e será retirada uma alíquota de 150 mL em um frasco de vidro com tampa, sendo armazenado em geladeira (3°C) para posterior análise (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Ao final das coletas as amostras serão descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 72 h, para posterior análises dos teores de matéria seca, proteína bruta, cálcio, fósforo, cinzas e energia bruta. As análises de matéria seca e energia bruta das fezes e urina serão realizadas de acordo com as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2004).

Para a dieta serão realizadas as análises de matéria seca (MS), pré-MS, proteína bruta (PB), cinzas, cálcio, fósforo e energia bruta, segundo as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2004).

3.3.2.5. Variáveis analisadas

As amostras das farinhas, dietas, fezes e urina serão encaminhadas para as análises no Laboratório de Análises Físico-químicas (LAFQ) da Embrapa Suínos e Aves. Serão avaliados também o consumo dos animais e o ganho de peso diário e final, assim como a conversão animal em cada ensaio e ao final do experimento.

As seguintes análises serão realizadas para cada tipo de amostra:

- Dietas e farinhas: matéria seca; cinzas; Ca; P; energia bruta; extrato etéreo; e NTD.
- Fezes: pré-MS; MS; energia bruta; NTD; Ca; P; e cinzas.
- Urina: NTD e energia bruta.
- Óleo: energia bruta.
- Coeficientes de digestibilidade: energia digestível; proteína digestível; Ca; P; cinzas digestíveis.

3.3.2.6. Delineamento experimental

O delineamento experimental a ser utilizado será o de blocos completos casualizados (BCC), sendo os blocos realizados em função do peso inicial dos animais.

Serão utilizados 72 leitões (machos castrados), 24 por ensaio experimental (serão três ensaios experimentais), com peso inicial médio de 20 kg, distribuídos individualmente em gaiolas de metabolismo. Os leitões serão distribuídos em um esquema fatorial 2x4+ tratamento controle com dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h), com nove repetições por tratamento, sendo a unidade experimental formada por um leitão.

3.3.2.7. Análise estatística

Será utilizado o teste F global ($P < 0,05$) e as médias dos tratamentos serão submetidas à análise de regressão polinomial. Será também realizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises de digestibilidade as médias dos tratamentos serão comparadas por contrastes (0 h vs 24 h; 0 h vs 48 h; 0 h vs 72 h; 24 h vs 48 h e 48 h vs 72 h) para cada tipo de acondicionamento. As análises serão realizadas com o uso do programa Statistix 10.

3.3.3. Experimento 3 – Ensaio de metabolismo com óleo extraído de carcaças de aves (leitões 20 kg)

3.3.3.1. Local e instalações

O experimento será realizado na Embrapa Suínos e Aves, Concórdia-SC, no Setor de Metabolismo de Suínos. No local, há uma sala com *freezers* onde serão armazenadas as fezes e urina dos leitões, assim como as sobras de ração. O óleo será armazenado em geladeira nesse mesmo local. No lado externo ao prédio há uma sala onde ficam as estufas e os moedores para fazer o procedimento de homogeneização e secagem das fezes e das sobras de ração.

3.3.3.2. Animais

Conforme anteriormente apresentado serão utilizados 72 suínos (machos castrados) com peso inicial médio de 20 kg (selecionados com base no peso, para se obter um grupo uniforme), provenientes do Setor de Produção de Suínos da Embrapa.

Os ensaios serão repetidos no tempo (três ensaios), cada um com sete dias de adaptação e cinco de coleta. Os animais permanecerão em gaiolas metabólicas durante o período de cada ensaio. As gaiolas apresentam regulagem de altura e largura, possuindo um comedouro e coletores de urina e fezes. Os leitões permanecerão em gaiolas por 14 dias, submetidos à mesma alimentação e manejo. Ao final de cada ensaio os animais serão sacrificados e passarão por necropsia, mediante a administração de Zoletil 50, na dose recomendada pelo fabricante, seguido de choque elétrico. As carcaças serão posteriormente destinadas à compostagem.

3.3.3.3. Tratamentos

O experimento será composto por oito tratamentos. Será utilizada uma dieta controle (T1) a base de milho e farelo de soja. Nas demais dietas experimentais (T2 a T8) será feita a substituição de 3% da dieta controle por óleo extraído das carcaças das aves submetidas a dois diferentes tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h), conforme abaixo:

- T1 = Dieta controle;
- T2 = momento 0 hora;
- T3 = momento 24 horas sob acondicionamento refrigerado;

- T4 = momento 24 horas sob acondicionamento ambiente;
- T5 = momento 48 horas sob acondicionamento refrigerado;
- T6 = momento 48 horas sob acondicionamento ambiente;
- T7 = momento 72 horas sob acondicionamento refrigerado;
- T8 = momento 72 horas sob acondicionamento ambiente.

As dietas visam atender as exigências nutricionais dos suínos nessa fase de criação, segundo Rostagno et al. (2011).

A substituição dos 3% da dieta controle por óleo obtido a partir da produção de farinhas de carcaças de aves será realizada no Setor de Metabolismo e não na Fábrica de Rações, evitando-se assim riscos de comprometimento à biossegurança, em função da Fábrica de Rações atender também a outras demandas da Embrapa.

3.3.3.4. Procedimento experimental

A quantidade de ração fornecida diariamente a cada animal será calculada com base no peso metabólico ($\text{kg}^{0.75}$). As rações serão fornecidas duas vezes ao dia (manhã e tarde), sendo estas umedecidas para evitar perdas e facilitar a ingestão.

Os animais serão pesados no início da adaptação, durante a coleta e ao final da mesma. Para determinar o início e o final do período de coleta de fezes, será adicionado marcador fecal (óxido férrico) nas dietas. As coletas de fezes serão realizadas uma vez ao dia, sendo pesadas, acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados no *freezer* para evitar fermentação das amostras. A urina será recolhida uma vez ao dia, em baldes plásticos, contendo 20 mL de HCl (diluído na proporção 1:1) para evitar fermentação e perda de nitrogênio. O volume será completado para 3 L com água destilada, para manter o valor constante para todos os animais, utilizando-se um funil com gazela de vidro para reter as impurezas (pêlos e fezes). As amostras serão homogeneizadas e será retirada uma alíquota de 150 mL em um frasco de vidro com tampa, sendo armazenado em geladeira (3°C) para posterior análise, de acordo com Sakomura e Rostagno (2007).

Ao final das coletas as amostras serão descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 72 horas, para análises posteriores dos teores de matéria seca, proteína bruta, cálcio, fósforo, cinzas e energia bruta. As análises de matéria seca e energia bruta das fezes e urina serão realizadas de acordo com as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2004).

Para as dietas serão realizadas as análises dos teores de matéria seca (MS), pré-MS, proteína bruta (PB), cinzas, cálcio, fósforo e energia bruta, segundo as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2004).

3.3.3.5. Variáveis analisadas

De posse das amostras dos óleos, dietas, fezes e urina, as mesmas serão encaminhadas para as análises no Laboratório de Análises Físico-químicas (LAFQ) da Embrapa Suínos e Aves. Serão avaliados também o consumo dos animais e o ganho de peso diário e final, assim como a conversão animal em cada ensaio e ao final do experimento.

As seguintes análises serão realizadas:

- Dietas: MS; cinzas; Ca; P; energia bruta; extrato etéreo; e NTD.
- Fezes: pré-MS; MS; energia bruta; NTD; Ca; P; e cinzas.
- Urina: NTK e energia bruta;
- Óleo: energia bruta.
- Coeficientes de digestibilidade: energia digestível (ED); proteína digestível; Ca; P; cinzas digestíveis.

3.3.3.6. Delineamento experimental

O delineamento experimental a ser utilizado será o de blocos casualizados, sendo os blocos realizados em função do peso inicial.

Serão utilizados 72 leitões (machos castrados), sendo 24 por ensaio experimental (três ensaios experimentais), com peso inicial médio de 20 kg, distribuídos individualmente em gaiolas de metabolismo. Os leitões serão distribuídos em um esquema fatorial 2x4+tratamento controle, com dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h), com nove repetições por tratamento, sendo a unidade experimental formada por um leitão.

3.3.3.7. Análise estatística

Será utilizado o teste F global ($P < 0,05$) e as médias serão submetidas à análise de regressão polinomial. Será também realizada a análise de variância dos tratamentos e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises de energia digestível aparente (ED) e energia metabolizável aparente (EMA) as médias dos tratamentos serão comparadas por contrastes (0 h vs 24 h; 0 h vs 48 h; 0 h vs 72 h; 24 h

vs 48 h e 48 h vs 72 h) para cada tipo de acondicionamento. As análises serão realizadas com o auxílio do programa Statistix 10.

3.4. Resultados e impactos esperados

De forma geral, o projeto objetiva avaliar a destinação de carcaças de aves para a fabricação de farinhas e a utilização do respectivo óleo extraído como fonte energética para a alimentação de suínos. Dessa forma, visa também melhorar a sustentabilidade da cadeia produtiva de aves, primando pela biossegurança dos plantéis, preservação ambiental, qualidade dos alimentos, além da saúde e bem estar do trabalhador rural, uma vez que as carcaças não precisarão mais ser manipuladas nas propriedades rurais.

3.4.1. Indicadores de resultados ao final do projeto

O experimento visa trazer informações sobre a viabilidade do uso de aves mortas para a produção de farinhas de carne com base em parâmetros de qualidade e inocuidade, e estudar a viabilidade do uso dessas farinhas e do respectivo óleo extraído na alimentação de suínos.

Espera-se publicar resumos em eventos da área descrevendo os resultados parciais obtidos nos experimentos. Além disso, o projeto dará origem a uma tese de doutorado e artigos científicos que serão publicados em revistas internacionais conceituadas.

3.4.2. Repercussão e/ou impactos dos resultados

O principal impacto esperado decorrente deste estudo será o avanço do conhecimento, servindo como base para uma nova prática agropecuária, recomendando a forma de armazenamento ideal de aves mortas para a posterior produção de farinhas e óleos com a indicação de parâmetros de qualidade.

3.5. Cronograma do projeto

Tabela 3 - Cronograma do projeto

Atividades	2017											
	Meses do ano											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Experimento 1			X									
Experimento 2									X	X	X	
Análises laboratoriais				X	X	X	X	X				X
Atividades	2018											
	Meses do ano											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Análises laboratoriais	X	X										
Experimento 3			X	X	X							
Tabulação dos dados	X	X				X	X					
Elaboração de resumos e artigos				X	X	X	X	X	X			
Elaboração de tese					X	X	X	X	X	X	X	X

3.6.Outros projetos e financiamentos

O coordenador deste projeto participa em vários projetos de pesquisa aprovados pelo COCEPE, como coordenador ou colaborador, conforme descritos abaixo:

- Arroz na dieta de codornas. Código no COCEPE: 3950;
- Produção da levedura *Saccharomyces boulardii* em efluente de arroz parboilizado e sua avaliação como probiótico para codornas. Código no COCEPE: 5145;
- Arroz integral, selênio orgânico e acetato de alfa-tocoferol na dieta de galinhas poedeiras e de frangos de corte: desempenho zootécnico, qualidade, enriquecimento e estabilidade oxidativa da carne e ovos. Código no COCEPE: 5734;
- Efeito da suplementação de diferentes níveis de ácidos graxos livres e o uso de emulsificante por período prolongado em dietas de codornas. Código do COCEPE: 5551;
- Ácidos orgânicos na conservação do farelo de arroz durante o armazenamento e seus efeitos na alimentação de codornas e frangos de corte. Código COCEPE: 5350;
- Desempenho produtivo de fêmeas suínas e leitões submetidos ao modulador biológico BACTRATS[®]. Código COCEPE: 6523;
- Desempenho, qualidade dos ovos, características fisiológicas e bem estar de poedeiras semipesadas sob diferentes programas de alimentação durante um ciclo completo de postura. Código COCEPE: 6559.

3.7. Aspectos éticos

Durante o planejamento experimental, questões relacionadas ao bem-estar animal, serão atendidas conforme a lei. Os funcionários terão treinamento para que tenham conhecimentos básicos dos procedimentos, e também, para que estejam cientes dos procedimentos relevantes em situações de emergência que representem perigo à saúde humana. Haverá todo cuidado com a higienização de equipamentos e do prédio de necropsia antes, durante e após a execução das atividades de produção da farinha e do óleo. O local será livre de lixo e resíduos, armazenando-os em local adequado até o seu descarte. O prédio de necropsia encontra-se de acordo com a legislação ambiental vigente.

Em nenhum momento o projeto utiliza técnicas experimentais que possam implicar em dor, sofrimento ou angústia às aves e aos leitões e, além disso, somente pessoas capacitadas participarão do projeto.

As aves serão sacrificadas por deslocamento cervical conforme normatização. A eutanásia será realizada dessa forma por não ser possível usar anestésicos devido à utilização das carcaças para a produção de farinhas e óleos comestíveis. Os leitões, por sua vez, sofrerão eutanásia e necropsia mediante a administração de Zoletil 50, de acordo com a dose especificada na via bula do medicamento, seguido de choque elétrico, conforme normatização.

3.8.Referências bibliográficas

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. Brasília - DF. Disponível em <http://abpa-br.com.br/>, acessado em 27/02/2016.

BUTOLO, J.E. Ingredientes de Origem Animal. In: BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 2ed. Campinas: Mundo Agro Editora. p. 239-280, 2010.

BELLAVER, C. Farinhas e gorduras de origem animal. In: REGINA, R. Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos. 1ed. São Paulo: Fundação Cargill. p.126-153, 2010.

FIRMAN, J.D. Rendered products in poultry nutrition. In: MEEKER, D.L. **Essential Rendering**. 1ed. Arlington: National Renderers Association. p. 125-139, 2006.

KRABBE, L.E; WILBERT, C.A. Os passivos das cadeias de produção de proteína animal – animais mortos. **Avicultura Industrial**, Florianópolis, SC, ed. 1251, n. 1, p. 24-31, 2016.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2011; 3 ed: 252p.

SAKOMURA, N.K.; H.S. ROSTAGNO. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Funep, Jaboticabal, Brasil. 2007.283 p.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. 235p.

4. RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

Nesse relatório de trabalho de campo serão apresentadas as principais atividades executadas no projeto intitulado “Efeito do tempo e forma de acondicionamento de carcaças de aves na produção e qualidade de farinhas e óleos utilizados na dieta de suínos” cadastrado no COCEPE sob o nº 8561, registrado no Comitê de Ética e Experimentação Animal (CEEa) da Universidade Federal de Pelotas sob o nº 9084-2016 e registrado na Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Suínos e Aves sob o nº 013/2015.

As atividades abordadas abrangeram as da fase experimental (à campo) e as de laboratório.

4.1. Experimento 1

4.1.1. Local e período experimental

O experimento foi conduzido na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Suínos e Aves (Figura 1), rodovia BR-153, Km 110, Distrito de Tamanduá, localizado na cidade de Concórdia, RS, Brasil. O estudo iniciou em 04 de abril de 2016, estendendo-se até 04 de novembro de 2016, totalizando 210 dias.



Figura 1 - A - Vista aérea da Embrapa Suínos e Aves; B - Entrada da Embrapa Suínos e Aves.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

4.1.2. Animais experimentais

Foram utilizados 224 frangos de corte, da linhagem *Cobb 500* com 46 dias de idade. Os animais utilizados foram provenientes do Setor de Metabolismo da Embrapa Suínos e Aves. As aves foram mantidas em gaiolas, submetidas à mesma alimentação e manejo, sendo que até os 28 dias utilizou-se 12 aves por gaiola, e dos 28 aos 46 dias, seis por gaiola metabólica medindo 0,80 x 0,80 x 0,25 m.

4.1.3. Abate

As aves foram sacrificadas por eletronarcose seguida de sangria no abatedouro da Embrapa Suínos e Aves. Posteriormente, as carcaças foram utilizadas para a produção de farinhas, que foram preparadas no prédio de necropsia, para formação dos tratamentos.

4.1.4. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC). As carcaças foram distribuídas em um esquema fatorial 2x4, com dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e com quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h), oito repetições por tratamento, sendo a unidade experimental formada por quatro carcaças.

O experimento foi composto por sete tratamentos, sendo que o tratamento tempo de armazenamento zero hora (0 h) foi o mesmo para os dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente). Os tratamentos foram definidos a partir das aves mortas no momento zero, conforme a seguir:

- T1 = sem armazenamento (0 h);
- T2 = 24 horas de armazenamento sob refrigeração;
- T3 = 24 horas de armazenamento em temperatura ambiente;
- T4 = 48 horas de armazenamento sob refrigeração;
- T5 = 48 horas de armazenamento em temperatura ambiente;
- T6 = 72 horas de armazenamento sob refrigeração;
- T7 = 72 horas de armazenamento em temperatura ambiente.

4.1.5. Procedimento experimental

Considerando a morosidade da moagem e posterior produção das farinhas, o experimento foi estruturado de forma a distribuir as atividades em dois turnos, executando um tratamento em cada turno.

As aves foram abatidas e recolhidas no mesmo dia em dois turnos (manhã e tarde). Noventa e seis frangos de corte foram abatidos às 8 h da manhã, acondicionados sob refrigeração e colocados em câmara fria (temperatura média de 7°C). No período da tarde, às 12h30min, 128 foram abatidos e colocados em uma sala de estocagem com temperatura média de 28°C. Destes, 32 carcaças foram processadas imediatamente (momento 0 h) e as demais 96 foram mantidas em temperatura ambiente. O experimento teve início em uma segunda-feira à tarde. Na terça-feira pela manhã foram utilizadas 32 carcaças para a realização do T2 (momento 24 horas – refrigerado) e à tarde mais 32 para o T3 (momento 24 horas – ambiente). Na quarta-feira pela manhã foram utilizadas 32 carcaças para o T4 (momento 48 horas – refrigerado) e à tarde mais 32 para o tratamento T5 (momento 48 horas – ambiente). Finalmente, na quinta-feira de manhã foram utilizadas mais 32 carcaças para o T6 (momento 72 horas – refrigerado) e à tarde mais 32 para o T7 (momento 72 horas – ambiente).

A produção das farinhas oriundas de carcaças de frangos de corte teve duração de quatro dias, de segunda à quinta-feira.

Foram escolhidas quatro carcaças ao acaso (duas do tipo de acondicionamento refrigerado e duas do tipo ambiente) para colocação de *datalogger* interno para a verificação da temperatura interna. Também foram colocados *datalogger* (Figura 2) na parte externa da sala e da câmara fria para a aferição da temperatura dos locais de acondicionamento.

Foram coletadas ao acaso quatro carcaças da sala de estocagem (tipo de acondicionamento ambiente) ou da câmara fria (tipo de acondicionamento refrigerado),

ilustradas nas figuras 3A e 3B, respectivamente, de acordo com o turno do dia. Essas carcaças fizeram parte da unidade experimental, de uma das oito repetições de cada tratamento, utilizada para a produção da farinha. Os cronogramas de tempo de preparo da massa de carne das carcaças, tempo de cozimento, pressão e tempo de prensagem, e as retiradas das amostras nos turnos da manhã e tarde, estão apresentados nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

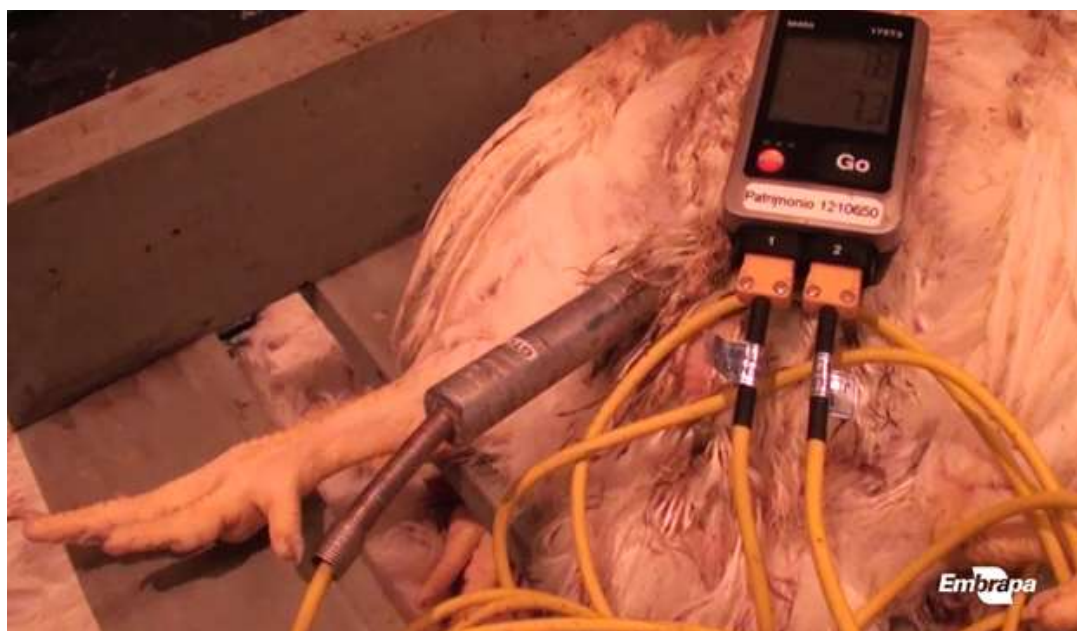


Figura 2 - Datalogger interno nas aves.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).



Figura 3 - A – Tipo de acondicionamento ambiente; B – Tipo de acondicionamento refrigerado.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

Tabela 1 - Cronograma e tempo de preparo das farinhas, com início do cozimento, tempos de cozimento, prensagem e total para o turno da manhã

REPETIÇÕES	Tempo de preparo da farinha / MANHÃ			
	Início do cozimento	Tempo de cozimento	Tempo de prensagem	Tempo total
1	8h30	9h30	20 min	9h50
2	8h50	9h50	20 min	10h10
3	9h10	10h10	20 min	10h30
4	9h30	10h30	20 min	10h50
5	9h50	10h50	20 min	11h10
6	10h10	11h10	20 min	11h30
7	10h30	11h30	20 min	11h50
8	10h50	11h50	20 min	12h10

Tabela 2 - Cronograma e tempo de preparo das farinhas, com início do cozimento, tempos de cozimento, prensagem e total para o turno da tarde

REPETIÇÕES	Tempo de preparo da farinha / TARDE			
	Início do cozimento	Tempo de cozimento	Tempo de prensagem	Tempo total
1	13h	14h	20 min	14h20
2	13h20	14h20	20 min	14h40
3	13h40	14h40	20 min	15h
4	14h	15h	20 min	15h20
5	14h20	15h20	20 min	15h40
6	14h40	15h40	20 min	16h
7	15h	16h	20 min	16h20
8	15h20	16h20	20 min	16h40

Os cronogramas sofreram algumas alterações nos tempos de início de cozimento, atrasando em alguns minutos o início da próxima repetição, devido ao tempo inicialmente estipulado para a prensagem não ter sido suficiente para a realização dessa atividade.

4.1.5.1. Fases do processo de produção de farinha de carcaças de frangos de corte

O processo para a produção de farinha iniciou-se com a escolha ao acaso de quatro carcaças para compor a unidade experimental. Após, efetuou-se a pesagem dessas carcaças para obter uma massa moída *in natura* uniforme das unidades experimentais de aproximadamente 12 kg cada uma. Selecionadas as quatro carcaças que representaram uma repetição, foi medido o pH e a temperatura de cada carcaça, da coxa, peito e da cavidade abdominal utilizando-se um peagâmetro HANNA® (Figura 4) e um termômetro de infravermelho BENETECH® modelo GM300, respectivamente.



Figura 4 - A – Quatro carcaças (unidade experimental); B – Verificação do pH e temperatura abdominal; C - Verificação do pH e temperatura do peito; D – Esquartejamento das carcaças; E – Moagem das carcaças; F – Material moído.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

Realizadas as medições do pH e temperatura, as carcaças foram esquartejadas para a subsequente moagem. O moedor utilizado foi o Moedor de Carne CAF-10 Inox®. A massa moída final foi misturada manualmente para então retirar-se uma alíquota de 1,5 kg para realização de uma nova moagem, agora no moedor FOSS® por 1min30s, visando a obtenção de uma massa homogênea (patê) para a retirada de uma alíquota final de 450 g, para a amostra representativa das carcaças moídas (Figura 5).

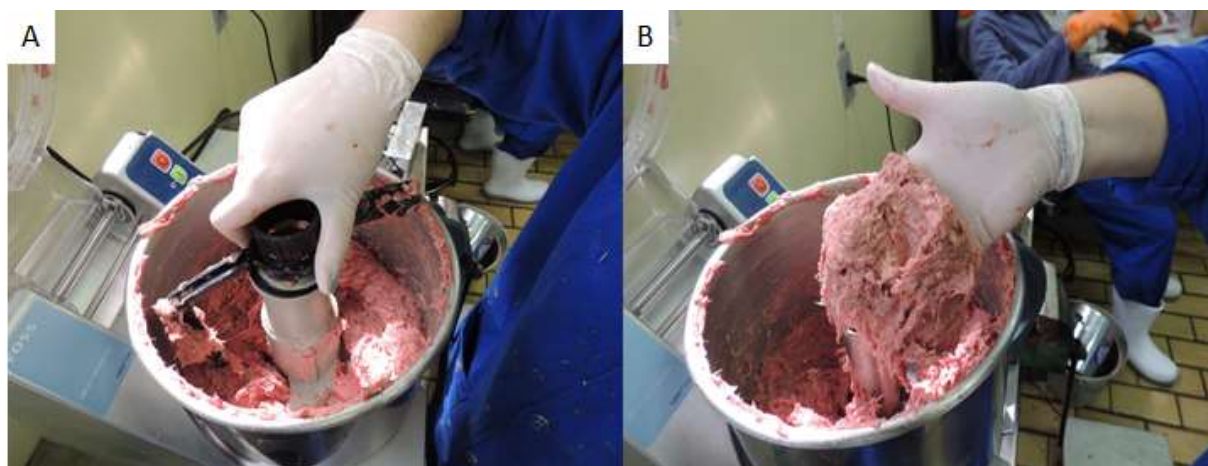


Figura 5 - A – Moagem das carcaças no moedor FOSS®; B – Massa final componente da amostra de carcaça *in natura*.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

Após essa segunda moagem para a retirada da amostra, o restante da massa moída foi devolvida à panela, somando-se àquela obtida na primeira moagem. Pesou-se, então, a massa de carne moída (Figura 6A) e calculou-se 35% desse valor para a adição de óleo de soja degomado à panela (Figura 6B).

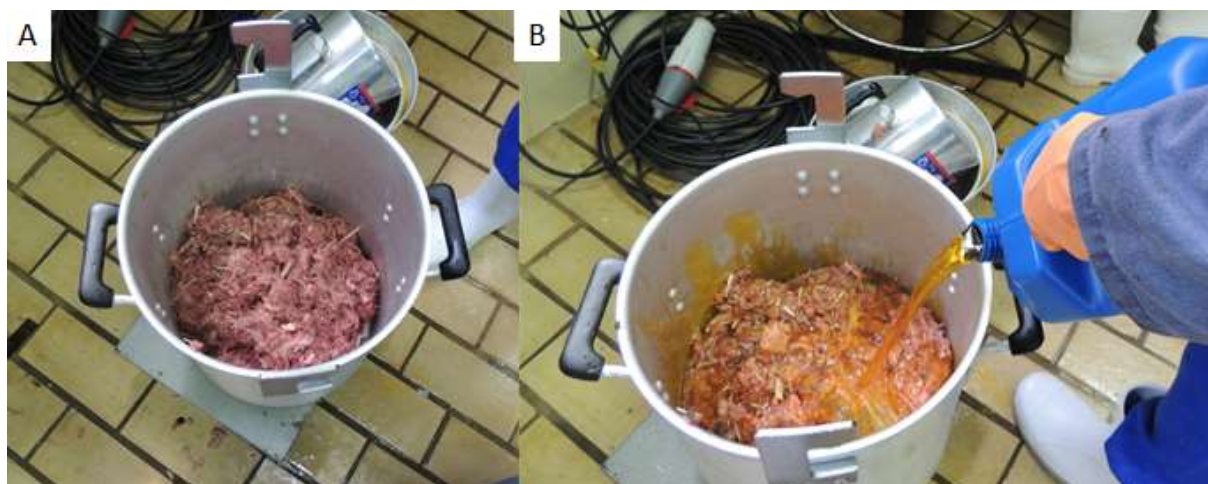


Figura 6 - A – Pesagem da massa de carne moída *in natura*; B – Adição de óleo degomado (35% do valor da massa de carne moída).

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

A seguir foi realizado o cozimento da massa de carne por 30 minutos. Nesse período, houve revolvimentos periódicos da massa a cada 5 minutos, sendo verificada a temperatura da parte externa e interna nos tempos 0, 20, 40 e 60 minutos, através de um termômetro infravermelho BENETECH® modelo GM300 (Figura 7). Após esse período,

tampou-se a panela em que a massa estava sendo cozida, mantendo-se dessa forma até que fosse obtida uma pressão constante de $0,5 \text{ lb/cm}^2$ e 115°C de temperatura interna por 30 minutos, sendo verificada a temperatura da panela através do seu próprio termômetro (Figura 8). Os revolvimentos periódicos realizados na massa, fechamento das panelas e cozimento estão ilustrados na figura 9.

Terminado o período de cozimento da massa de carne, depois de transcorrido uma hora, as panelas foram retiradas do fogão e esperou-se a pressão reduzir à zero para então abrí-las. Despejou-se a massa cozida em um saco branco limpo (utilizado como coador) e após esse foi colocado dentro da prensa. Após, realizou-se a prensagem da massa e o óleo foi coletado em um recipiente junto à prensa (Figura 10). Ao final, pesou-se o óleo e a massa prensada e retirou-se uma alíquota de 300 mL de óleo e 500g da torta da massa prensada (farinha), conforme ilustrado na figura 11.



Figura 7 - Termômetro de infravermelho.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).



Figura 8 - Termômetro da panela.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).



Figura 9 - A – Cozimento da massa por 30 minutos e pás para fazer os revolvimentos; B – Retirada da panela após 30 minutos; C – Fechamento da panela; D – Panelas tampadas para mais 30 minutos de cozimento com pressão.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).



Figura 10 - A – Retirada da massa prensada; B – Colocação da massa na prensa; C – Prensagem; D – Coleta de óleo da prensagem; E – Retirada da massa após a prensagem; F – Massa prensada.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).



Figura 11 - A – Retirada da amostra do óleo; B – Retirada da amostra da farinha; C – Amostras de óleo; D – Amostra de farinha.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

4.1.2. Amostragem da massa moída *in natura* dos frangos de corte e da torta prensada (farinha)

As amostras retiradas para as análises laboratoriais foram de 450 g de massa moída de frango *in natura*, 500 g de torta prensada (farinha) e 300 mL de óleo.

As amostras de massa moída *in natura* foram acondicionadas em câmara fria durante os dois turnos do experimento e ao final do dia acondicionadas no *freezer* do Laboratório de Análises Físico-químicas (LAFQ). As amostras das tortas prensadas eram colocadas em sacos plásticos, os quais ficavam abertos de um turno para o outro visando esfriá-las, para somente depois fazer a selagem dos mesmos. Após, eram acondicionados em câmara fria no laboratório. As amostras de óleo, assim com as amostras das tortas, foram acondicionadas no *freezer* do laboratório. O excedente de torta prensada (farinha), bem como do óleo de cada tratamento foi armazenado em câmara fria no Setor de Metabolismo de Suínos.

4.1.3. Coleta de dados

Os dados coletados foram das seguintes variáveis: análise da eficiência do processo; análises na massa de carne *in natura* das carcaças dos frangos de corte e da torta prensada (farinha).

4.1.3.1. Análise de eficiência do processo

Os dados foram tabulados em uma planilha de Excel. Foi tabulado o peso da massa *in natura* moída das quatro carcaças, correspondente a repetição e ao tratamento respectivo. Após, foi calculado 35% do valor dessa massa moída e adicionado óleo de soja degomado. Assim, obteve-se os valores da quantidade de massa moída *in natura* das carcaças das aves, a porcentagem de óleo adicionado, a quantidade de óleo adicionado e o peso da massa moída *in natura* juntamente com o peso do óleo adicionado.

Após o processo de cozimento, a massa cozida foi prensada, sendo obtido a torta prensada e o óleo que saiu com a prensagem. Diante disso, obteve-se o peso da torta prensada (farinha), o peso do óleo que saiu com a prensagem e o peso da torta prensada juntamente com o peso do óleo resultante da prensagem.

O cálculo da perda no processo foi realizado utilizando-se o valor da massa moída *in natura* somado ao óleo de soja degomado adicionado e subtraído do valor da torta prensada (farinha) mais o óleo que resultante da prensagem. A quantidade de gordura oriunda das carcaças foi calculada utilizando-se o valor da quantidade de óleo que saiu com a prensagem, subtraída do valor de óleo de soja degomado adicionado à massa *in natura* moída das carcaças. A porcentagem de gordura oriunda das carcaças foi calculada utilizando-se o valor da gordura proveniente das carcaças multiplicado por 100 e dividido

pela massa *in natura* moída. Da mesma forma, a porcentagem de torta prensada (farinha) foi calculada utilizando-se o valor da torta prensada (farinha) multiplicado por 100 e dividido pela massa *in natura* moída.

Foram computados os seguintes dados para fazer a análise de eficiência do processo: peso da massa *in natura* moída das aves na entrada do processo; peso do volume de óleo adicionado; perdas no processo; fração de torta prensada (farinha) produzida ao final do processo; óleo resultante da prensagem; porcentagem de torta prensada (farinha) e porcentagem de gordura provinda das carcaças.

4.1.3.2. Dados da massa moída *in natura* dos frangos de corte

De posse das amostras da massa de frango *in natura* moída dos frangos de corte foi realizado no Laboratório de Análises Físico-químicas (LAFQ) da Embrapa Suínos e Aves a determinação das seguintes variáveis:

- Análise bromatológica: matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM);
- Aminas biogênicas (feniletilamina, putrescina, cadaverina, histamina, tiramina, espermidina e espermina).

As análises microbiológicas foram realizadas no Centro de Diagnóstico de Sanidade Animal – Concórdia/SC (CEDISA), utilizando as amostras *in natura* para contagem de microrganismos (*Salmonellaspp.* e *Clostridium spp.*).

Para a realização das análises bromatológicas e das aminas biogênicas da massa moída *in natura* dos frangos de corte, as amostras passaram por liofilização, que compreende uma das etapas de preparação das amostras de origem animal, conforme o Manual de Instrução Básica do LAFQ. Uma quantidade de 100g de amostra processada foi pesada em uma bandeja de alumínio de 250 mL previamente tarada. A amostra foi desidratada em um liofilizador (JJ Científica, LJI-030 - São Carlos, SP, Brasil) seguindo as recomendações de operação do fabricante do equipamento. Após o processo de liofilização a amostra foi devidamente moída e realizada a análise de matéria seca para determinações posteriores.

O procedimento analítico para determinação do conteúdo de matéria seca está baseado no método IAL 012/IV descrito no manual de Métodos de Análises Físico-Químicas de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). Inicialmente, cerca de 2 g ($\pm 0,0001$) da amostra são pesados em um cadinho de porcelana previamente tarado. A secagem da amostra é realizada em estufa microprocessada Quimis Q317M a 105°C por

18 horas. A determinação da matéria seca é realizada por gravimetria de acordo com a equação a seguir:

$$MS (\%) = \frac{mRS}{m_i} \times 100$$

Em que:

MS = conteúdo de resíduo seco, em % (m/m), após aquecimento a 105°C por 18h;

mRS = massa de resíduo seco (g);

m_i = massa inicial de amostra (g).

4.1.3.3. Análise bromatológica

As análises bromatológicas realizadas com a massa de carne *in natura* moída dos frangos de corte foram: matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM). As análises foram realizadas de acordo com o Guia para consulta da descrição técnico-científica dos métodos analíticos usados no LAFQ.

Matéria seca (MS) – A matéria seca realizada foi descrita no item 4.1.3.2.

Extrato etéreo (EE) - O procedimento analítico para determinação de EE foi baseado no método oficial AOCS Am 5-04 aprovado pela *American Oil Chemists' Society*. Inicialmente, de 1 a 2 g ($\pm 0,0001$) da amostra foram pesados em uma bolsa-filtro Ankom XT4 (3µm de porosidade) previamente tarada. A bolsa filtro foi selada e a amostra foi seca a 105°C por 3 h em estufa microprocessada Quimis Q317M (Diadema, SP, Brasil). A amostra foi, então, extraída com éter de petróleo (faixa de destilação de 30-70°C) sob alta pressão a 90°C por 90 minutos em sistema Ankom XT15 (Macedon, NY, USA) seguindo as recomendações do fabricante do equipamento. Após a extração, a amostra seguiu novamente para secagem sob as mesmas condições descritas anteriormente. O conteúdo de EE (constituído predominantemente por triacilgliceróis) foi determinado indiretamente por gravimetria de acordo com a equação:

$$EE (\%) = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_3 - m_4)} \times 100$$

Em que:

EE = conteúdo de extrato etéreo (%);

m₁ = massa da amostra seca a 105°C por 3 h + massa da bolsa filtro (g);

m_2 = massa da amostra extraída e seca a 105°C por 3 h + massa da bolsa filtro (g);

m_3 = massa inicial da amostra + massa da bolsa filtro (g);

m_4 = massa da bolsa filtro (g).

Proteína bruta (PB) - A concentração de N foi determinada em analisador Leco FP-528 (St. Joseph, Michigan, USA) seguindo as recomendações do fabricante e da *Association of Official Analytical Chemists* (1995). O gerenciamento do instrumento foi realizado com o *software* Leco FP-528 (St. Joseph, Michigan, USA). O equipamento operou com tempo aproximado de análise de 3 minutos. Na determinação, 0,2 g ($\pm 0,0001$) da amostra foi inicialmente pesado em um cadinho de folha de estanho. Em seguida, a amostra foi introduzida automaticamente em um forno de decomposição a 850°C com atmosfera rica em O₂ para rápida combustão. Sob fluxo de He ultrapuro (200 mL/minuto) e ação catalítica de Cu metálico a 750°C, as espécies de NO_x geradas foram reduzidas a N₂. O CO₂ e a H₂O produzidos na combustão foram removidos por filtração sobre suportes de Lecosorb (20-30 mesh) e Anhydrone (10-16), respectivamente. O N₂ remanescente em fluxo de He foi, então, detectado em célula de condutividade térmica. O conteúdo de N, expresso em mg.kg⁻¹, foi determinado por calibração externa usando uma curva analítica preparada com EDTA (*Leco calibration sample P/N 502-092*). A faixa de trabalho do equipamento é de 0,016 a 100%, equivalente a 0,04 até 300 mg em massa absoluta de N.

Matéria mineral (MM) - O procedimento analítico para determinação do conteúdo de cinzas (matéria mineral) foi baseado no método nº 36 descrito no Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (CBAA, 2009). Inicialmente, cerca de 2 g ($\pm 0,0001$) da amostra foram pesados em um cadinho de porcelana previamente tarado. A secagem da amostra foi realizada em estufa microprocessada Quimis Q317M (Diadema, SP, Brasil) a 105°C por 18 horas. Em seguida, a amostra seca foi calcinada em forno mufla por no mínimo 3 horas a 550-600°C até obtenção de cinzas claras. A determinação da matéria mineral foi realizada por gravimetria de acordo com a equação:

$$MM (\%) = \frac{m_{RM}}{m_i} \times 100$$

Em que:

MM = conteúdo de resíduo mineral, em % (m/m), após calcinação por 3 h;

mRM= massa de resíduo mineral (g);

m_i = massa inicial de amostra (g).

4.1.3.4. Análise das aminas biogênicas

Dansyl chloride (DnsCl) derivatisation. A derivatização de aminas biogênicas foi realizada por uma modificação dos métodos descritos por Moret et al. (1992), Eerola et al. (1993) e Vale e Gloria (1997). Um mL do extrato (ou padrão) foi misturado com 0,5 mL de solução saturada de Na_2CO_3 . Adicionou-se, então, 1 mL de DnsCl (5 mg de cloreto de dansilo por 1 mL de acetona) e agitou-se a mistura durante 1 min (MS2 Minishaker, IKA Werke, Alemanha). A derivatização prosseguiu durante uma hora no escuro. Após, foram adicionados 250 μL de amoníaco para remover o excesso de DnsCl. Não foi observada interferência, uma vez que o produto da reação é eluído antes de outras aminas biogênicas. Os derivados hidrofóbicos de aminas foram extraídos por éter dietílico (3 x 1 mL) após 30 min. Os derivados de aminoácidos permaneceram na fase aquosa. A fase orgânica foi evaporada e o resíduo sólido foi dissolvido em 0,5 mL de acetonitrilo (padrão em 1 mL de acetonitrilo) e a solução foi filtrada através de um filtro de membrana de nylon de 0,45 μm e injetada na coluna cromatográfica. Os volumes das amostras reais injetadas foram modificados; o volume do padrão era de 10 μL . Os cromatogramas dos derivados de DnsCl foram gerados.

Identificação: as aminas separadas foram identificadas pela comparação de seus tempos de retenção com os padrões. No que diz respeito aos derivativos decloreto de dansilo e de orto-ftaldialdeído (OPA), eles também foram identificados por comparação dos espectros de absorção dos padrões armazenados na biblioteca do usuário.

Quantificação: todo o procedimento envolve várias etapas e, por esse motivo, o uso de um padrão interno (IS) é desejável. A concentração de amina biogênica na amostra (cx) foi calculada da seguinte forma:

$$cx = \text{RFx} \times (\text{cIS} \times \text{Ax}) / \text{AIS}$$

Em que:

RFx = fator de resposta da amina ($\text{RFx} = \text{AIS} / \text{Axe} \times \text{cx} / \text{cIS}$);

AIS = área de pico do padrão interno;

Axe = área do pico da amina biogênica;

cIS = concentração do padrão interno.

4.1.3.5. Contagem de microrganismos

Foi realizada a contagem de *Clostridium* spp. e *Salmonella* spp. na massa moída

in natura. As metodologias utilizadas pelo CEDISA são descritas a seguir:

Isolamento e identificação de *Clostridium perfringens*

Foi diluído 10 g da amostra em 90 mL de caldo peptonado (1%). Colocou-se aproximadamente 10 mL de meio ágar SPS na placa e 1 mL do inóculo, e homogeneizou-se. Na sequência, deixou-se solidificar e acrescentou-se mais 10 mL do meio SPS. Semeou-se uma alçada em ágar sangue e incubou-se em jarra de anaerobiose (não invertendo a placa) a $42\pm 1^{\circ}\text{C}$ por 18-24 h. As colônias de *Clostridium* sp. no ágar SPS apresentaram-se com coloração negra e as de *Clostridium perfringens* em ágar sangue apresentaram-se com dupla hemólise. A partir do isolamento em ágar sangue ou ágar SPS replicou-se colônias em BHI ou caldo tioglicolato e incubou-se à temperatura de $42\pm 1^{\circ}\text{C}$, em anaerobiose, por 18 a 24 horas. No outro dia procedeu-se à coloração de Gram numa lâmina, conforme POP-BAC-008 de uma alçada do BHI.

Colônias de *Clostridium* sp. apresentam-se como bastonetes Gram positivos na coloração de Gram. *Clostridium perfringens* raramente apresentam esporos, enquanto *Clostridium* sp. apresentam esporo oval subterminal. Antes da semeadura nas provas bioquímicas aqueceram-se os meios a 80°C por 10 minutos. Esperou-se esfriar sem agitação dos mesmos. As provas bioquímicas foram: meio de leite e ferro; meio de nitrato motilidade; e meio de lactose motilidade.

Isolamento e identificação de *Salmonella* sp.

Inoculou-se 10 g da amostra em 90 mL de caldo peptonado 1% e incubou-se à temperatura de 35 a 37°C por 18 a 24 horas. Do crescimento em caldo peptonado, inoculou-se 2 mL em 18 mL de caldo tetracionato e 0,2mL em 20 mL de caldo Rappaport–Vassiliadis e incubou-se à $42-43^{\circ}\text{C}$ por 18 a 24 horas.

A partir dos caldos de enriquecimento seletivo, semeou-se em placas de ágar verde brilhante e ágar Hektoen. Incubou-se, então, à temperatura de 35 a 37°C por 24 a 48 horas. Verificou-se o aspecto das colônias desenvolvidas nas placas:

Ágar Hektoen: colônias verde-azuladas, com ou sem centro-negro;

Ágar verde brilhante: colônias rosadas.

A partir do isolamento, replicou-se de cada uma das placas duas a três colônias com características de Salmonela para ágar TSI, LIA, SIM e caldo uréia ou em ágar nutriente. Do crescimento em ágar nutriente repicou para ágar TSI, LIA, SIM e caldo uréia.

As cepas que apresentaram resultado negativo para a presença de urease e reações características de *Salmonella* no ágar TSI e LIA, móveis ou imóveis no SIM, foram submetidas a testes bioquímicos complementares, de acordo com o quadro de diferenciação, tais como: ágar triplice açúcar ferro (TSI); teste SIM; ágar ferro lisina (LIA); caldo ureia; ONPG; ágar citrato de simmons; teste de fenilalanina desaminase; caldo malonato; caldo para descarboxilação da lisina e ornitina e desidrolação da arginina; carboidratos; prova do vermelho de metila (VM); prova de voges – ProsKauer.

Inoculou-se com alça e incubou-se à $36\pm 1^{\circ}\text{C}$ por 18 a 24 horas. Após 24 horas de incubação, adicionou-se 0,6 mL do reagente A e 0,2 mL do reagente B. Na sequência, agitou-se e aguardou-se 15 minutos.

A interpretação foi a seguinte:

- Cor vermelha: presença de acetilmetilcarbinol (acetoína) – reação positiva (VP+);
- Cor amarela: reação negativa (VP-).

A seguir, foram anotadas no F-CED-088 o resultado das provas bioquímicas.

As cepas que apresentaram perfil bioquímico compatível com *Salmonella* foram caracterizadas antigenicamente através do teste de aglutinação rápida em lâmina.

4.1.4. Análise da torta prensada (farinha)

De posse das amostras da torta prensada (farinha) foram realizadas no LAFQ a determinação das seguintes variáveis: acidez; análise bromatológica (MS, EE, PB, MM, Ca e P); aminas biogênicas (feniletilamina, putrescina, cadaverina, histamina, tiramina, espermidina e espermina); peróxidos; solubilidade proteica; e TBA.

As análises microbiológicas foram realizadas no Centro de Diagnóstico de Sanidade Animal – Concórdia/SC (CEDISA) utilizando-se as amostras *in natura* para contagem de microrganismos (*Salmonellasp.* e *Clostridium sp.*).

Para a realização das análises bromatológicas, aminas biogênicas, acidez, peróxidos, solubilidade proteica e TBA, as amostras passaram por pré-secagem. Esse procedimento analítico está baseado no método nº 37 descrito no Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (CBAA, 2009). Inicialmente, cerca de 150 g ($\pm 0,01$) da amostra natural foram pesadas em uma bandeja de alumínio de 500 mL previamente tarada. A secagem da amostra foi realizada em estufa com circulação e renovação de ar Marconi MA 035 (Piracicaba, SP, Brasil) a 55°C por 48 horas. A amostra foi devidamente moída para determinações posteriores. Após a pré-secagem foi realizada a matéria seca das amostras, conforme método IAL 012/IV descrito no manual de Métodos de Análises

Físico-Químicas de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). Inicialmente, cerca de 2 g ($\pm 0,0001$) da amostra foram pesados em um cadinho de porcelana previamente tarado. A secagem da amostra foi realizada em estufa microprocessada Quimis Q317M (Diadema, SP, Brasil) a 105°C por 18 horas.

4.1.4.1. Análise de acidez

O índice de acidez foi realizado segundo metodologia do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. Os seguintes reagentes foram utilizados: álcool etílico absoluto; biftalato de potássio; fenolftaleína; e hidróxido de sódio.

A análise foi realizada de acordo com o seguinte procedimento:

Pesou-se 5 g de amostra e dissolveu em 150 mL de álcool etílico absoluto. Após agitou-se a amostra dissolvida por 30 minutos e, posteriormente, realizou-se a filtragem. Após a filtragem, adicionou-se três gotas do indicador fenolftaleína na amostra filtrada. Então, titulou-se com hidróxido de sódio 0,1 M até o aparecimento de coloração rósea (a coloração deve persistir por, no mínimo, 30 segundos para que seja considerado o fim da titulação). Após o fim da titulação, anotou-se o volume inicial e o final de base que foi gasto para cada amostra. Portanto, calculou-se assim, o índice de acidez (IA).

Para a análise do branco em duplicata (150 mL de álcool etílico absoluto), seguiu-se o seguinte procedimento:

Para realizar a padronização, pesou-se aproximadamente 0,4 g de biftalato de potássio p.a., previamente seco em estufa a 105°C por 3 horas. Transferiu-se para um erlenmeyer de 200 mL, dissolveu-se com 75 mL de água destilada quente. Espeou esfriar e adicionou-se quatro gotas de solução indicadora de fenolftaleína a 1% e titulou-se com a solução de hidróxido de sódio 0,1 M.

4.1.4.2. Análise bromatológica

As análises bromatológicas realizadas com a torta prensada (farinha) foram: matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P). As análises foram realizadas de acordo com o Guia para consulta da descrição técnico-científica dos métodos analíticos usados no Laboratório de Análises Físico-Químicas da Embrapa Suínos e Aves.

Matéria seca (MS) – conforme descrito no item 4.1.3.2.

Extrato etéreo (EE) - conforme descrito no item 4.1.3.3.

Proteína bruta (PB) - conforme descrito no item 4.1.3.3.

Matéria mineral (MM) - conforme descrito no item 4.1.3.3.

Cálcio (Ca) – A determinação analítica do Ca foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica em chama (EAA), baseada no método oficial AOAC 975.03 descrito pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1995). A quantificação do elemento foi, portanto, realizada por aspiração direta da solução da amostra (original ou devidamente diluída) em um espectrofotômetro de absorção atômica Varian SpectrAA 220 (Melbourne, Vic, Australia) seguindo as recomendações do fabricante. O equipamento operou com chama de ar comprimido-acetileno e com taxa de aspiração média de 7 mL/minuto. Nas determinações foram utilizadas lâmpadas de catodo-oco monoelementares. A quantificação do elemento foi realizada por calibração externa, usando-se uma curva analítica mista preparada em HCl 0,6 mol/L. Especificamente para o Ca utilizou-se La_3 + a 1% (m/v) como agente de liberação na curva analítica e na solução da amostra.

Fósforo (P) – De modo semelhante à análise do Ca, a determinação analítica do P também foi feita por espectrofotometria de absorção atômica em chama (EAA), baseada no método oficial AOAC 975.03 descrito pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1995). A quantificação do elemento foi, portanto, realizada por aspiração direta da solução da amostra (original ou devidamente diluída) em um espectrofotômetro de absorção atômica Varian SpectrAA 220 (Melbourne, Vic, Australia) de acordo com as especificações do fabricante. O equipamento operou com chama de ar comprimido-acetileno e com taxa de aspiração média de 7 mL/minuto. Nas determinações foram utilizadas lâmpadas de catodo-oco monoelementares. A quantificação do elemento foi realizada por calibração externa, usando-se uma curva analítica mista preparada em HCl 0,6 mol/L, determinado pelo método ICP-OES.

4.1.4.3. Análise das aminas biogênicas

Análise descrita no item 4.1.3.4.

4.1.4.4. Contagem de microrganismos

A contagem de microrganismos foi realizada conforme apresentado no item 4.1.3.5.

4.1.4.5. Peróxidos

Para a realização da extração para a análise de Peróxidos e TBARS, seguiu-se o procedimento a seguir:

Pesou-se 50 g de amostra e diluiu-se em 150 mL de éter de petróleo em erlenmeyer de 200 mL. Após, agitou-se por 30 minutos a amostra diluída e realizou-se a filtragem para outro erlenmeyer de 200 mL. Do erlenmeyer, a amostra filtrada foi transferida para um tubo falcon onde efetuou-se a centrifugação (2500 rpm por 10 minutos). Após a centrifugação verteu-se a amostra em outro falcon para evaporação durante a noite no interior da capela.

Para efetuar o ajuste do solvente, realizou-se o seguinte procedimento:

Colocou-se um béquer na estufa a 120°C durante 1 hora. Após esse tempo, foi retirado da estufa e resfriado em um dessecador. Uma vez frio, pesou-se o béquer vazio e então adicionou-se aproximadamente sete gotas de óleo (0,100 g). Posteriormente, o béquer retornou para a estufa onde permaneceu de um dia para o outro. Passado esse tempo, foi retirado da estufa e levado ao dessecador para resfriar. Após o resfriamento, pesou-se o béquer novamente.

Para a realização do índice de peróxido, segundo Shantha e Decker (1994), deve-se, primeiramente, preparar os reagentes, o que foi feito da seguinte forma:

Solução de ferro II (durabilidade de uma semana)

Para preparar solução de sulfato de ferro pesou-se 0,25 g de sulfato ferroso e diluiu-se em 25 mL de água destilada. Em seguida, pesou-se 0,2 g de cloreto de bário e diluiu-se em 25 mL de água destilada. Então, adicionou-se a solução de bário na de sulfato de ferro. Essa adição foi realizada lentamente e com agitação. Posteriormente, adicionou-se 1 mL de ácido clorídrico 10 N, fez-se a agitação e deixou-se decantar antes de filtrar. Quando pronto transferiu-se para um frasco âmbar.

É importante salientar que esta solução não deve ser resfriada, mas armazenada em temperatura ambiente e no escuro. E deve-se utilizar frascos de cor âmbar.

Tiocianato de amônia

Para preparar a solução de tiocianato de amônia pesou-se 3 g de tiocianato de amônia e diluiu-se em 10 mL de água destilada (solução 30%). A diluição foi realizada em capela, por ocorrer a liberação de gases tóxicos.

Solução clorofórmio metanol (7:3)

Para preparar a solução de clorofórmio metanol (7:3) adicionou-se 350 mL de clorofórmio em 150 mL de metanol. Após, adicionou-se 0,005 g de BHT.

Padrão de ferro

Para preparar o padrão de ferro pesou-se 0,1 g de ferro II e diluiu-se em 10 mL de ácido clorídrico 10 N. Em seguida, adicionou-se 0,4 mL de peróxido de hidrogênio (30%). Então deixou-se por 5 minutos com peróxido de hidrogênio em agitação (houve um aquecimento e a solução borbulhou). Após o resfriamento da solução, transferiu-se para um balão de 100 mL e completou-se com água destilada. A solução foi mantida em ambiente com ausência da luz, podendo permanecer por até 30 dias (solução A, estoque).

Para utilização imediata, retirou-se 0,5 mL da solução A estoque e transferiu-se para 50 mL do solvente (clorofórmio metanol 7:3). A solução também foi mantida em ambiente sem luz (solução B).

Curva de calibração

A curva de calibração foi realizada conforme a tabela 3.

Tabela 3 - Curva de calibração

Padrão Ferro II (mg/mL)	Solução B (mL)	Tiocianato (µL)	Solução de ferro (µL)	Solvente (clorofórmio metanol) (mL)
0	0	50	50	9,8
0,0025	0,25	50	50	9,55
0,0050	0,50	50	50	9,3
0,0075	0,75	50	50	9,05
0,010	1,00	50	50	8,8
0,015	1,50	50	50	8,3
0,020	2,00	50	50	7,8
0,025	2,50	50	50	7,3
0,030	3,00	50	50	6,8
0,035	3,50	50	50	6,3
0,040	4,00	50	50	5,8

Marcha analítica

Para a realização da marcha analítica, foi desenvolvido o seguinte procedimento:

Nos tubos falcon de 15 mL que continham a gordura extraída já devidamente pesada (<0,01-0,3 g, de acordo com o nível de oxidação da amostra; por indicação iniciou-se com 0,01 g), adicionou-se 9,8 mL de clorofórmio: metanol 7:3. Após, agitou-se por 2 a 4 segundos no vortex. Em seguida, adicionou-se 50 µL da solução de tiocianato e novamente agitou-se no vortex por igual tempo. Após, adicionou-se 50 µL da solução de ferro II e agitou-se no vortex por 2 a 4 segundos.

Após as adições esperou-se 5 minutos antes da leitura, que foi realizada em espectrofotômetro. É importante salientar que a leitura não deve ultrapassar 10 minutos após a adição de todos os reagentes.

Cálculos (miliequivalentes de peróxido por kg de amostra)

Para a realização dos cálculos, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$\text{Índice de peróxidos} = (\text{Abs amostra} - \text{Abs branco}) \times \text{slope} / 55,84 \times m \times 2$$

Em que:

Abs = absorbância 500 nm;

Slope = curvatura da curva de calibração - padrão ferro II mg/mL;

m = massa da amostra (em g) ajustando para solvente;

55,84 = massa atômica do ferro.

4.1.4.6. Solubilidade proteica

A análise de solubilidade proteica não foi realizada devido a não se dispor do reagente necessário.

4.1.4.7. TBA

Para a realização da extração para análise de peróxido e TBARS foi realizado o seguinte procedimento:

Pesou-se 50 g da amostra e diluiu-se em 150 mL de éter de petróleo em erlenmeyer de 200 mL. Após, agitou-se a amostra diluída por 30 minutos, para assim realizar a sua filtragem para outro erlenmeyer de 200 mL. A amostra filtrada foi transferida para um falcon e realizou-se a centrifugação (2500 rpm por 10 minutos). Após a centrifugação, verteu-se a amostra centrifugada em outro falcon, que foi colocado no interior da capela para evaporação durante o período da noite.

Ajuste do solvente

Para realizar-se o ajuste do solvente, foi desenvolvido o seguinte procedimento:

Colocou-se um béquer pequeno na estufa a 120°C durante 1 hora. Após esse tempo, retirou-se da estufa e colocou-se em um dessecador até resfriar. Quando frio pesou-se o béquer vazio e adicionou-se aproximadamente 7 gotas de óleo (0,100g). Posteriormente, o béquer retornou para a estufa e permaneceu de um dia para o outro. Passado esse tempo, retirou-se da estufa e colocou-se no dessecador para resfriar. Após o resfriamento, pesou-se o béquer novamente.

TBARS (AOCS 1998 Official Method Cd 19-90)

Para a realização do TBARS (AOCS 1998 *Official Method Cd 19-90*), era necessário primeiramente preparar os reagentes, o que foi feito da seguinte forma:

Solução TBA 0,2% (ácido tiobarbitúrico)

Para preparar a solução de TBA 0,2% (ácido tiobarbitúrico), pesou-se 0,200 g de TBA e completou-se o volume com 100 mL de isobutanol em balão volumétrico. Posteriormente, passou-se a solução no banho ultrassônico. O armazenamento foi feito em frasco âmbar coberto com papel alumínio e permaneceu por no máximo uma semana na geladeira. Para facilitar a diluição, a mesma foi feita sob aquecimento (menos de 50°C) e com agitação.

Solução TEP (solução padrão de 2,0 mM TEP)

Para preparar a solução TEP, utilizou-se 0,0499 mL de TEP (para uma solução com 96% de pureza) e completou-se o volume com 100 mL de isobutanol em balão volumétrico. Após, armazenou-se em frasco âmbar ou balão volumétrico envolvido com papel alumínio, sob refrigeração, por 1 mês.

A curva de calibração foi feita conforme a tabela 4.

Tabela 4 - Curva de calibração

[]M MDA	Solução TEP (mL)	1-Butano (mL)
Banco	0	5,000
5,00E-06	0,025	4,975
1,50E-05	0,075	4,925
3,00E-05	0,150	4,850
6,00E-05	0,300	4,700
9,00E-05	0,450	4,550
1,20E-04	0,600	4,400
1,50E-04	0,750	4,250
2,00E-04	1,000	4,000
2,50E-04	1,250	3,750
3,00E-04	1,500	3,500

Marcha analítica

Para o desenvolvimento da marcha analítica foi realizado o seguinte procedimento:

Pesou-se a gordura extraída (<0,05-0,2 g) em balão de 25 mL, completou-se com isobutanol e homogeneizou-se a mistura. Após, transferiu-se 5 mL dessa mistura para tubo falcon de 50 mL e adicionou-se 5 mL do TBA 0,2% solubilizado em isobutanol, agitando-se no vortex por 4 segundos. Incubou-se, então, por 120 minutos em banho maria a 95°C. Após, resfriou-se os tubos com água corrente por 10 minutos e, posteriormente, foi realizada a leitura no espectrofotômetro 532.

Cálculos (miliequivalentes de peróxido por kg de amostra)

Para a realização do cálculo foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{Resultado (mg MDA/g de amostra)} = (A_{532} \times \text{Fator}) / (\text{slope} \times \text{massa, (g)})$$

4.1.5. Análises estatísticas

Dos resultados encontrados foi realizada a verificação do teste F global ($P < 0,05$) e as médias foram submetidas à análise de regressão polinomial. Os tipos e tempos de armazenamento foram submetidos à análise de regressão polinomial com o uso do programa Statistix 10 (2016).

4.1.6. Resultados

Os resultados serão apresentados nos artigos.

4.2. Preparo da farinha (torta prensada)

Após os procedimentos realizados para a produção das farinhas, o excedente de cada tratamento (menos a amostra da torta prensada) foi despejado em um saco com as oito repetições de cada tratamento, obtendo-se um *pool* de cada um dos tratamentos. Para a realização do segundo experimento, o qual substituiu 10% da farinha de cada tratamento de uma dieta controle e forneceu aos leitões, precisou-se fazer a secagem e a moagem das tortas prensadas. Assim, a torta prensada passou a ficar com uma aparência física mais semelhante a uma farinha comercial e com diâmetro adequado para o consumo pelos animais.

4.2.1. Procedimentos para a secagem da farinha

Os sacos plásticos identificados com o tratamento correspondente foram colocados em estufa a 65°C para secagem do material. Devido ao seu volume e quantidade, o material foi acondicionado em vários recipientes de plástico, os quais foram colocados na

estufa (Figura 12). Devido ao recipiente possuir uma altura aproximada de 10 cm, diariamente, pela manhã e à tarde, era feito o revolvimento do material para obter ao final das 72 h uma secagem homogênea. Esse procedimento está demonstrado na figura 13. Após o material estar seco, realizou-se a moagem através de um triturador convencional de forrageiras, para cada tratamento. O material moído (farinha) foi acondicionado em saco plástico lacrado, identificado e armazenado em câmara fria até o início do experimento. No dia anterior ao início do primeiro ensaio do experimento, uma parcela do material foi acondicionado em *freezer*, porém com temperatura somente para resfriar, facilitando assim o manejo e o acesso às farinhas para, posteriormente, usá-las na mistura das dietas experimentais.

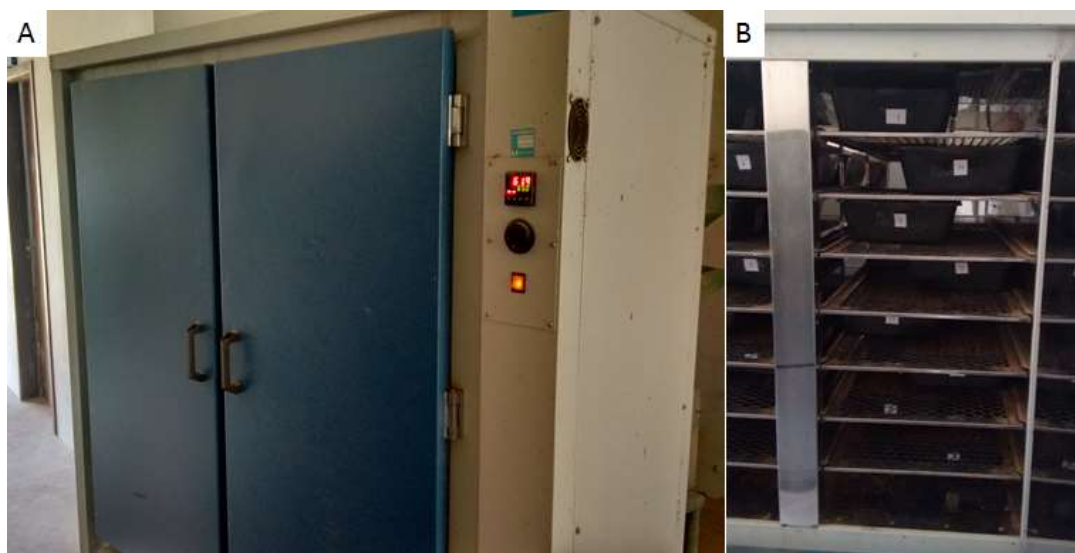


Figura 12 - A – Vista externa da estufa; B – Vista interna da estufa.
FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).



Figura 13 - A - Colocação das bandejas com material úmido nos sacos plásticos; B – Viragem do material dentro do saco plástico; C – Revolvimentos do saco plástico; D e E – Despejo do material na sua bandeja original; F – Material pré-seco.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

4.3. Experimento 2 – metabolismo com substituição de 10% da dieta controle pelas farinhas

4.3.1. Local, animais e condições ambientais

O experimento foi realizado na Embrapa Suínos e Aves localizada na cidade de Concórdia-SC, no Setor de Metabolismo de Suínos. Foram utilizados 72 leitões de uma linhagem comercial (MSxTOPGEN), machos castrados, com peso inicial médio de 25 kg, distribuídos individualmente em gaiolas metabólicas e selecionados com base no peso para obter um grupo uniforme.

Foram realizados três ensaios consecutivos, utilizando 24 leitões cada. No último dia de cada ensaio, iniciou-se o ensaio seguinte. Ao término dos ensaios, os animais eram necropsiados no prédio específico para tal. Em seguida, eram alojados nas gaiolas os próximos 24 leitões, dando início ao próximo ensaio. As gaiolas eram lavadas no dia do alojamento dos animais e no dia anterior ao início da fase de coleta, com a presença dos animais (Figura 14).

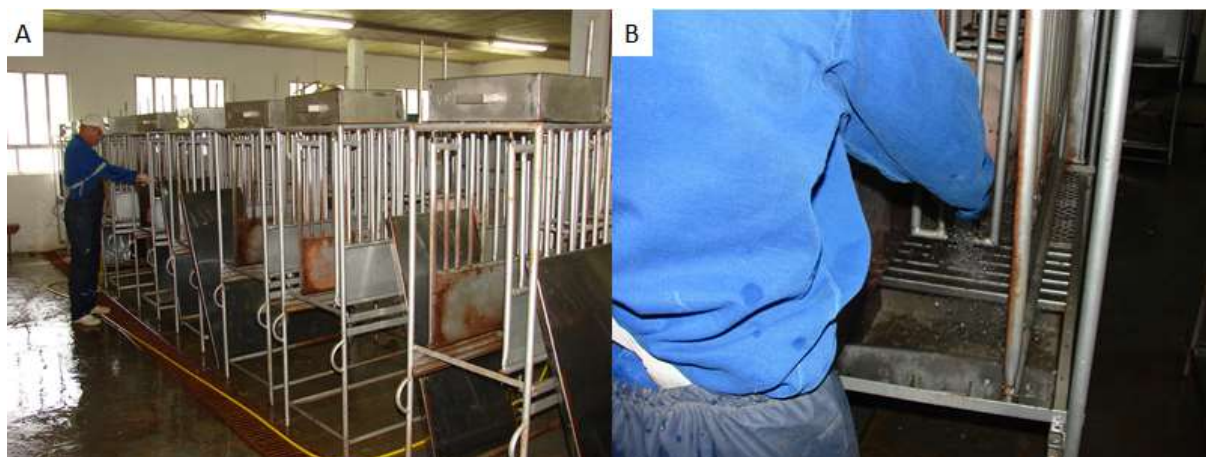


Figura 14 - Lavagem das gaiolas metabólicas

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

As gaiolas possuíam regulagens de altura e largura. Possuíam também um comedouro cada uma, além de coletores de urina e fezes (Figura 15). Os animais foram mantidos em ambiente controlado com temperatura média de 22°C.



Figura 15 - A – Sala de metabolismo de suínos; B – Gaiola metabólica.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

4.3.2. Desenho experimental

O estudo foi composto por três ensaios, repetidos no tempo, cada um com sete dias de adaptação e cinco de coletas. Os leitões permaneceram em gaiolas por 14 dias, submetidos à mesma alimentação e manejo. Ao final de cada ensaio os animais sofreram eutanásia e necropsia.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados (DBC), sendo os blocos realizados em função do peso inicial. Os leitões foram distribuídos em um esquema fatorial 2x4+tratamento controle com dois tipos de

acondicionamento (refrigerado e ambiente) e quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h), com nove repetições por tratamento, sendo a unidade experimental formada por um leitão.

4.3.3. Característica da dieta

A dieta controle era à base de milho e farelo de soja. Nas demais dietas foi substituído 10% da dieta controle por farinha de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h), produzida a partir das farinhas de carcaças de aves mortas da dieta controle (Figura 16). O tempo 0 h foi o mesmo utilizado para os dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado).



Figura 16 - Farinhas utilizadas no ensaio de digestibilidade mais o tratamento controle (último recipiente à direita).

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

As dietas foram formuladas para atender as recomendações de exigências nutricionais dos suínos nessa fase de criação, de acordo com Rostagno et al. (2011). A composição analisada e centesimal da dieta experimental é apresentada na tabela 5.

Tabela 5 - Composição nutricional da dieta referência para suínos

Ingrediente	%
Milho, grão	55,21
Farelo de soja, 45% PB	31,40
Açúcar	5,00
Núcleo ¹	5,00
Óleo de soja	3,00
DL-metionina	0,06
L-lisina	0,02
Antioxidante ²	0,01
Acidificante ³	0,30
Total	100,00
Composição nutricional	
EMA, kcal/kg	3284
Proteína bruta, %	18,16
Fósforo disponível, %	0,111
Fósforo total, %	0,397
Cálcio, %	0,846
Arginina digestível, %	1,170
Lisina digestível, %	1,003
Metionina digestível, %	0,348
Metionina+cistina digestível, %	0,572

¹Níveis de garantia por kg: ácido benzoico: 37,40 g; ácido cítrico :4100,08 mg; ácido fólico: 16,50 mg; ácido pantotênico: 360,80 mg; *Bacillus licheniformis*: 12,8x10⁹ UFC; *Bacillus subtilis*: 12,80x10⁹ UFC; biotina: 2,70 mg; cálcio (max): 165,60 g; clorohidroxiquinolona: 2400 mg; cobre: 4000 mg; etoxiquim: 200 mg; ferro: 1911,50 mg; fitase: 10000 U; fósforo: 39,53 g; glucanase: 3040 U; Iodo: 24 mg; lisina: 43,50 g; manganês: 1197,31 mg; metionina: 30 g; niacina: 750 mg; selênio: 7 mg; sódio: 39,40 g; treonina: 21 g; vit. A: 239000 UI; vit. B₁: 36,08 mg; vit. B₁₂: 479 mcg; vit. B₂: 102,08 mg; vit. B₆: 70 mg; vit. D₃: 42000 UI; vit. E: 580 UI; vit. K₃: 68 mg; xilanase: 24400 U; zinco:3800 mg.

²BHT[®]: 99% de pureza.

³Níveis de garantia por kg do produto (Oligoacid[®]): 230 g de ácido fórmico, 150 g de ácido propiônico e 97 g de ácido láctico.

4.3.4. Procedimento experimental

A quantidade de ração fornecida diariamente a cada animal foi calculada com base no seu peso metabólico (75 g/kg^{0,75}), anotada em uma planilha e fixada junto à balança. Primeiramente, pesava-se a quantidade correspondente da dieta controle e, posteriormente, a quantidade de farinha designada para somar à dieta controle da

repetição. Assim fazia-se para cada repetição. Nos cinco dias do período de coleta uma amostra de 300 g de cada dieta também era pesada e enviada para o laboratório para futuras análises. Logo após, fazia-se o revolvimento da ração visando à homogeneização da mistura (Figura 17). No fornecimento aos animais, as dietas eram umedecidas com o intuito de evitar perdas e facilitar a ingestão (Figura 18). As rações foram fornecidas duas vezes ao dia (manhã e tarde).

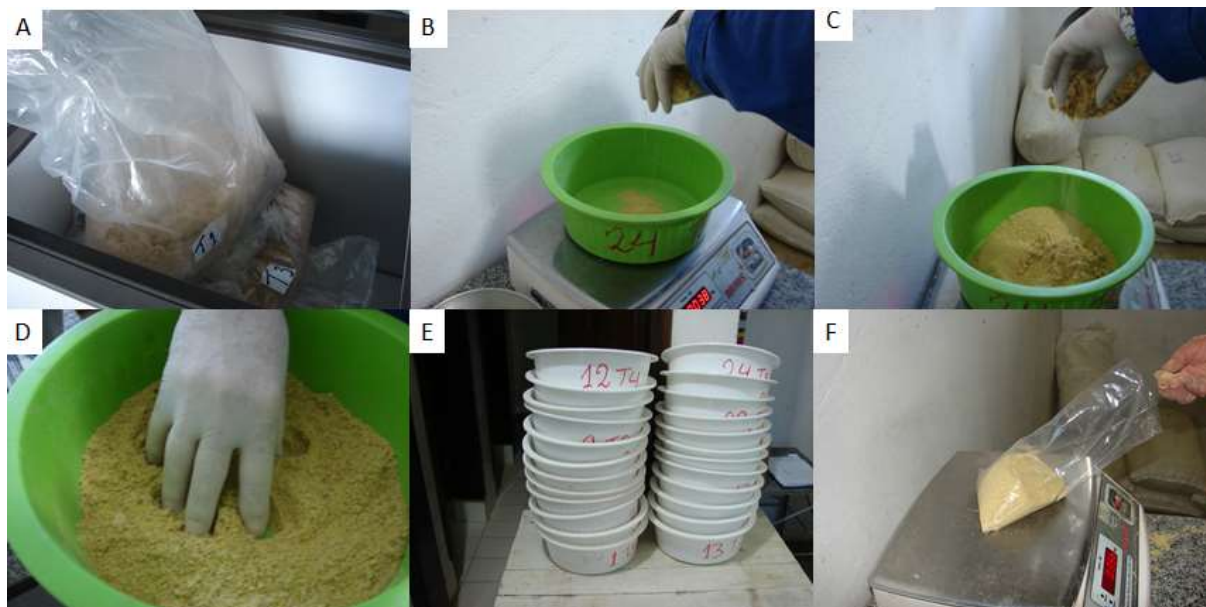


Figura 17 - A – Farinhas mantidas sob refrigeração até serem utilizadas para fazer as pesagens diárias para o fornecimento aos animais; B – Pesagem da dieta controle; C – Pesagem de 10% da farinha correspondente ao tratamento; D – Mistura até ficar homogênea; E – A pesagem era feita no dia anterior do arraçamento e as bandejas ficavam empilhadas uma sobre as outras; F – Pesagem da amostra da dieta.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

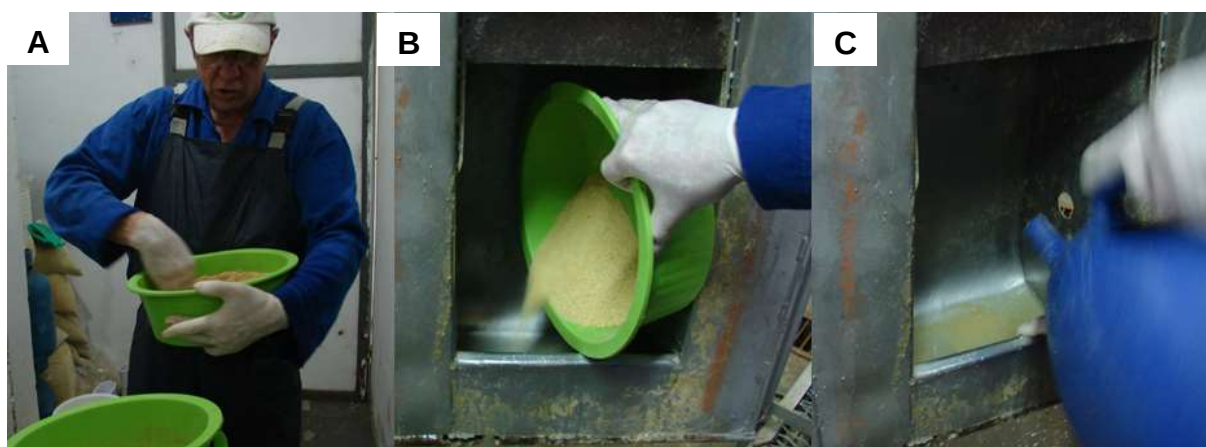


Figura 18 - A – Homogeneização da farinha com a dieta controle; B – Fornecimento das rações aos animais e umedecimento; C – Após os animais comerem, recebiam água.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

Os animais foram pesados no início da adaptação, durante e ao final do período de coleta (Figura 19). A pesagem consistia na tara do peso do funcionário e, após, fazia-se a retirada de cada animal de sua respectiva gaiola e o funcionário subia na balança com o leitão no colo para efetuar a pesagem.



Figura 19 - A – Balança utilizada para as pesagens; B - Pesagem dos animais.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

Para determinar o início e o final do período de coleta de fezes, foi adicionado marcador fecal (óxido férrico a 1%) nas dietas (Figura 20). As coletas de fezes foram realizadas uma vez ao dia, sendo pesadas, acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados no *freezer* para evitar fermentação das amostras (Figura 21).

A urina, por sua vez, foi recolhida uma vez ao dia, em baldes plásticos, contendo 20 mL de HCl (diluído na proporção 1:1) para evitar fermentação e perda de nitrogênio. O volume foi completado para 3 L com água destilada, para manter o valor constante para todos os animais, utilizando-se um funil para reter as impurezas (pêlos e fezes) (Figura 22). As amostras eram homogeneizadas, e era retirada uma alíquota de 150 mL em um frasco de vidro com tampa, sendo armazenado em geladeira (3°C) para posterior análise (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Ao final das coletas as amostras foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 72 horas, para análises posteriores (Figura 23).



Figura 20 - A – Adição de 1% de óxido de ferro à dieta.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).



Figura 21 - A – Fezes identificadas com o marcador fecal; B – Recolhimento das fezes; C – Deposição das fezes em sacos plásticos devidamente identificados; D – Armazenamento das fezes em ambiente refrigerado.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).



Figura 22 - A – A urina coletada de cada repetição era despejada em recipiente com marcador de volume; B – A quantidade que faltava para completar 3 L era preenchida com água destilada; C – Retirada da amostra de urina; D – Deposição da amostra em recipiente para o seu armazenamento durante os cinco dias de coleta; E – 20 mL de HCL (diluído na proporção 1:1); F – Adição do ácido diluído aos recipientes de coleta de urina; G – Armazenamento dos recipientes com as amostras de urina em ambiente refrigerado.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).



Figura 23 - A – Descongelamento das amostras das fezes; B – Mistura das fezes de cada repetição; C – Retirada de uma amostra de 500 g; D – Pesagem da amostra; E – Amostra depois de pré-seca; F – Moagem da amostra; G – Depósito da amostra moída em sacos plásticos identificados; H – Limpeza do moinho realizada no intervalo de cada amostra a ser moída.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

4.3.5. Variáveis analisadas

Das fezes dos leitões foram analisados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cálcio (Ca), fósforo (P), cinzas (CZ) e energia bruta (EB). Na urina foram realizadas análises de nitrogênio e EB e, para as dietas e farinhas foram realizadas as

análises dos teores de MS, pré-MS, PB, CZ, Ca, P e EB. Todas as análises foram realizadas de acordo com Silva e Queiroz (2004).

Foram avaliados os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, Ca, P, PB e energia digestível (ED), de acordo com Sakomura e Rostagno (2007).

Foi realizada a análise de morfometria dos órgãos dos animais necropsiados ao final de cada ensaio. Os órgãos pesados foram: baço, fígado, pâncreas, rins e coração. Foram também avaliados os parâmetros sanguíneos dos animais. O sangue foi coletado na necropsia e foram avaliados os seguintes parâmetros: ureia (mg/dL), creatinina (mg/dL), transaminase glutâmica oxalacética (TGO) (U/L), transaminase glutâmica pirúvica (TGP) e albumina (g/dL). Para as análises de morfometria e parâmetros sanguíneos foram utilizadas seis repetições, oriundas dos ensaios 2 e 3.

4.3.6. Análise estatística

Dos resultados encontrados foi realizada a verificação do teste F global ($P < 0,05$) e as médias foram submetidas à análise de regressão polinomial. Foi realizada análise de variância dos tratamentos e as médias quando significativas comparadas pelo teste Tukey a 5%, com o uso do programa Statistix 10 (2016).

4.3.7. Aspectos éticos

O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) (Parecer 9084/2016).

4.4. Experimento 3 – metabolismo com substituição de 3% da dieta controle por óleo oriundo das carcaças das aves

Os procedimentos realizados para a execução do terceiro experimento foram semelhantes aos do segundo. Os itens que diferiram do experimento 2 serão apresentados a seguir.

4.4.1. Local, animais e condições ambientais

O local de execução do experimento 3 foi o mesmo descrito no item 4.3.1.

4.4.2. Desenho experimental

O desenho experimental utilizado foi o mesmo descrito no item 4.3.2.

4.4.3. Característica da dieta

A dieta controle era a base de milho e farelo de soja. Nas demais dietas foi substituído 3% da dieta controle por óleo degomado de soja pelo oriundo das carcaças de aves (Figura 24). Na dieta controle o óleo utilizado era apenas o degomado de soja.



Figura 24 - Amostras dos óleos utilizados no experimento 3.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

As dietas foram formuladas para atender as recomendações de exigências nutricionais dos suínos nessa fase de criação, segundo Rostagno et al. (2011). A composição analisada e centesimal da dieta experimental é a mesma apresentada no experimento 2, na tabela 5.

4.4.4. Procedimento experimental

A quantidade de ração fornecida diariamente a cada animal foi calculada com base no peso metabólico ($75 \text{ g/kg}^{0,75}$), adicionada a uma planilha e fixada junto à balança. Primeiramente, pesava-se a quantidade de óleo oriundo das farinhas com o auxílio de uma seringa descartável. Posteriormente, pesava-se a quantidade correspondente da dieta controle. Assim fazia-se para cada repetição. Nos cinco dias do período de coleta uma amostra de 300 g de cada dieta era pesada para ser enviada ao laboratório para futuras análises. Logo após, fazia-se o revolvimento da dieta visando à homogeneização da mistura (Figura 25). No restante do procedimento foi igual ao descrito no item 4.3.4.



Figura 25 - A – Óleos utilizados para a pesagem de 3% do valor da ração a ser oferecida para cada repetição; B – Homogeneização do óleo antes da pesagem; C – Pesagem do óleo; D – Uso de seringa para retirar o excesso de óleo; E – Pesagem da dieta controle sobre o óleo; F – Homogeneização da dieta com o óleo adicionado.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

4.4.5. Variáveis analisadas

Das fezes dos leitões foram analisados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cálcio (Ca), fósforo (P), cinzas (CZ) e energia bruta (EB). Na urina foram realizadas análises de nitrogênio e EB e, para as dietas foram realizadas as análises dos teores de MS, pré-MS, PB, CZ, Ca, P e EB, e para os óleos o nitrogênio e a energia bruta. Todas as análises foram realizadas de acordo com as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2004).

Foram avaliados os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, Ca, P, PB e energia digestível (ED) baseado em Sakomura e Rostagno (2007).

Foi realizada a análise de morfometria dos órgãos dos animais necropsiados ao final de cada ensaio. Os órgãos pesados foram: baço, fígado, pâncreas, rins e coração. Foram também avaliados os parâmetros sanguíneos dos animais. O sangue foi coletado na necropsia e foram avaliados os seguintes parâmetros: ureia (mg/dL), creatinina (mg/dL), transaminase glutâmica oxalacética (TGO) (U/L), transaminase glutâmica pirúvica (TGP) e albumina (g/dL). Para as análises de morfometria e parâmetros sanguíneos foram utilizadas seis repetições, oriundas dos ensaios 2 e 3.

4.4.6. Análise estatística

A análise estatística realizada foi a mesma descrita no item 4.3.6.

4.4.7. Aspectos éticos

O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas (UFPeI) (Parecer 9084/2016).

4.5. Necropsia dos animais

A necropsia dos animais não estava prevista no projeto, porém com a passagem dos ensaios e de seus respectivos resultados preliminares surgiu a necessidade de fazê-la, com o objetivo de observar se haveria ou não a presença de alguma lesão ou mesmo alteração na morfometria dos órgãos. E, também, se haveria alguma interferência nos parâmetros sanguíneos dos animais.

Os animais passaram, então, por eutanásia e posterior necropsia. Foi administrado Zoletil 50, na dose recomendada para suínos, conforme descrito na bula (0,20 a 0,40 mL/kg; via intramuscular). Posteriormente, os animais sofreram insensibilização por choque elétrico.

No ensaio 1 do experimento não foi realizada necropsia, pois acreditava-se que não haveria a necessidade. Porém, nos ensaios 2 e 3 foi realizada a necropsia de todos animais experimentais (48).

As variáveis analisadas na necropsia foram de morfometria dos órgãos: baço, fígado, pâncreas, rins e coração (Figura 26), e os parâmetros sanguíneos (Figura 27) determinados foram: ureia (mg/dL), creatinina (mg/dL), transaminase glutâmica oxalacética (TGO), transaminase glutâmica pirúvica (TGP) e albumina (g/dL). Para o experimento 3, o N foi constituído de 6 repetições.

Para o experimento 4 foi realizado o mesmo procedimento e análises do experimento 3, porém totalizando nove repetições para todas as variáveis estudadas.



Figura 26 - Pesagem dos órgãos dos leitões

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).



Figura 27- Retirada da amostra de sangue.

FONTE: ACERVO DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES (2016).

5. ARTIGO 1

Farinhas de aves mortas submetidas a diferentes tipos e tempos de armazenamento

Artigo formatado de acordo com as normas da revista *Asian Australasian Journal of Animal Science*

Farinhas de aves mortas submetidas a diferentes tipos e tempos de armazenamento

Débora Aline *Alves*¹, Everton Luis *Krabbe*², Eduardo Gonçalves *Xavier*^{3*}

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Zootecnia, Pelotas, RS, 96010-610, Brasil. Bolsista da CAPES. E-mail: deboraalinealves@yahoo.com.br

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, 89700-000, Brasil. E-mail: everton.krabbe@embrapa.br

³ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Zootecnia, Pelotas, RS, 96010-610, Brasil. E-mail: egxavier@yahoo.com

*Eduardo Gonçalves Xavier. Tel: +55-53-3275 7273, Cel: +55-53-8134 1004, E-mail: egxavier@yahoo.com

Qualidade de farinhas de aves mortas

RESUMO: O presente estudo avaliou a dinâmica de formação de aminas biogênicas, os índices de oxidação e microbiológicos e os valores nutricionais em farinhas oriundas de carcaças de aves armazenadas ao longo do tempo em ambiente refrigerado ou não. Foram utilizados 224 frangos de corte, da linhagem *Cobb 500*, com 46 dias de idade. Utilizaram-se 32 carcaças, imediatamente ao abate, para compor o tempo de armazenamento zero hora (0 h). Das 192 restantes, 96 foram armazenadas em uma célula de compostagem à temperatura ambiente e 96 foram mantidas sob refrigeração, para compor os tempos de armazenamento de 24, 48 e 72 h. Cada tempo de armazenamento era constituído por 32 carcaças e oito repetições de quatro carcaças. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. As carcaças foram distribuídas em um esquema fatorial 2x4, com dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h). As variáveis analisadas foram: dinâmica de formação de aminas biogênicas; análises microbiológicas para *Salmonella* sp. e *Clostridium* sp.; análises de oxidação e de ácido tiobarbitúrico (TBA); e análise bromatológica das farinhas. Foi realizada a verificação do teste F global ($P < 0,05$) e as médias dos tratamentos foram submetidas à análise de regressão polinomial. Com o passar das horas de exposição das carcaças das aves expostas a temperatura ambiente e pela sua deterioração verificou-se um aumento linear ($P < 0,05$) na formação das aminas biogênicas, com a exceção da espermina e da espermidina, que tiveram comportamento contrário. Em relação às farinhas mantidas sob refrigeração, o teor das aminas biogênicas foi mantido valores mais baixos em relação as farinhas mantidas a temperatura ambiente com o passar dos tempo. As análises microbiológicas efetuadas no material *in natura* e no material prensado que originou a farinha, resultante do processamento térmico e prensagem não apresentaram contagem de microrganismos para *Salmonella* sp. e nem para *Clostridium* sp. As farinhas não apresentaram rancidez oxidativa. O índice de acidez apresentou valores médios para as farinhas produzidas a partir das carcaças armazenadas ao ambiente de 2,01 mgNaOH/g e de 1,87 mgNaOH/g quando armazenadas sob refrigeração. Portanto, abaixo do nível máximo recomendado de 6 mgNaOH/g e próximo a 2 mgNaOH/g, sendo este o nível máximo ideal recomendado para farinhas de origem animal. O índice de peróxido encontrou-se acima do nível máximo recomendado de 10 meq/1000g, com valor médio de 30,2 meq/1000g para as farinhas oriundas de carcaças mantidas ao ambiente e de 34,3 meq/1000g para as farinhas oriundas de armazenamento sob refrigeração. O TBA apresentou valores médios próximos à farinha produzida na hora zero, com as farinhas produzidas imediatamente após a morte das aves (24,31 mgMDA/kg), sendo de 26,63 mgMDA/kg para as carcaças mantidas ao ambiente e de 29,90 mgMDA/kg para as mantidas sob refrigeração e abaixo do nível máximo recomendado para alimentação de animal de 15 nmol/g (1080,75 mgMDA/kg). E os índices nutricionais ficaram dentro dos níveis de qualidade para subprodutos de origem

animal. Com isso, as farinhas oriundas de aves mortas em diferentes tempos e formas de armazenamento apresentaram níveis lineares de crescimento das aminas biogênicas com o passar do tempo em condição ambiente, valores oxidativos superiores ao recomendado, livre de contaminação microbiológica e com níveis nutricionais de qualidade baseados nos níveis de subprodutos de origem animal recomendados.

Palavras-chave: Aminas biogênicas; Composição nutricional; *Salmonella sp.*; Subproduto.

ABSTRACT: This study evaluated the dynamic of formation of biogenic amines, oxidation and microbiologic index, and the nutritional values of whole poultry carcass meal stored over time under refrigeration or not. Two hundred and twenty-four 46 days old (Cobb 500 lineage) poultry were used. Immediately after slaughtering 32 carcasses were chosen to compose the zero hour (0 h) storage time. From the 192 remaining, 96 were stored in a composting cell under environmental temperature and the other 96 were kept under refrigeration in order to establish the 24, 48 and 72h storage time. Each storage time had 32 carcasses and eight replications, and four carcasses were the experimental unity. A completely randomized design was used. A 4x2 factorial with four storage times (0, 24, 48 and 72h) and two types of conditioning (refrigerated or not) was used. The following variables were measured: dynamic of formation of biogenic amines; microbiological analysis of *Salmonella* sp. and *Clostridium* sp.; analysis of oxidation and thiobarbituric acid (TBA); and bromatological analysis of whole poultry carcass meal. The global F test ($P<0.05$) and polynomial regression were used. A linear increased ($P<0.05$) formation of biogenic amines was observed as the poultry carcasses were exposed to the environment and its consequent increased deterioration. The exception was spermine and spermidine which showed an opposite answer. In relation to the whole poultry carcass meals maintained under refrigeration, the content of biogenic amines was kept constant. The microbiological analysis carried out at the *in nature* poultry carcasses and at the compressed poultry carcasses which originated the whole poultry carcass meal, resulting from the thermic processing and pressing did not show microorganism counting for both *Salmonella* sp and *Clostridium* sp. The whole poultry carcass meal did not present oxidative acidity. The acidity index presented average values for the whole poultry carcass meals produced from the poultry carcasses stored at the environment (2.01 mgNaOH/g) and 1.87 mgNaOH/g when stored under refrigeration. Therefore, below the maximum level recommended of 6 mgNaOH/g, and close to 2 mgNaOH/g, the maximum level recommended for meals of animal origin. The peroxide index was above the maximum level recommended of 10 Meq/1000g, with an average of 30.2 Meq/1000g for the whole poultry carcass meal produced from poultry carcasses stored at the environment and 34.3 Meq/1000g for the whole poultry carcass meal produced from the poultry carcasses kept under refrigeration. The TBA presented mean values closed to the whole poultry carcass meal produced at zero hour, right after the birds' slaughter (24.31 mgMDA/kg). The TBA was 26.63 mgMDA/kg for the carcasses stored at the environment and 29.90 mgMDA/kg for the ones kept under refrigeration. The nutritional indexes were among the levels of quality for byproducts of animal origin. Thereby, the whole poultry carcass meals produced from birds slaughtered at different times and kept under different types of storage presented linear growing of biogenic amines when kept under the environment as time was passing by, oxidative values higher

than the established, no microbiological contamination and with nutritional levels based on the recommendation for byproducts of animal origin.

Key words: Biogenic amines; Nutritional composition; *Salmonella* sp; Byproduct.

INTRODUÇÃO

O setor avícola brasileiro é, atualmente, o segundo maior produtor mundial de carne de frango da atividade (13.146 mil toneladas/ano) e o maior exportador mundial desse segmento, com um total de 4.304 mil toneladas/ano [1]. À medida que aumenta a escala de produção, também crescem os desafios, sendo a destinação dos animais que morrem ao longo do ciclo produtivo um problema. A falta de conhecimento científico e de regulamentação oficial no Brasil resulta, muitas vezes, na destinação inadequada desses resíduos da produção, com riscos à saúde pública e dos rebanhos, além da contaminação ambiental.

Atualmente, o Brasil conta com um abate de 5,6 bilhões por ano de frangos, com uma mortalidade média de 3% o que representa aproximadamente 204 mil toneladas de carcaças/ano. As aves são a segunda espécie com maior produção de animais mortos no Brasil, ficando atrás somente da bovinocultura de corte, com 730 mil toneladas em média [2]. Assim, se justifica a preocupação em desenvolver tecnologias para a destinação das aves mortas durante o ciclo de produção. A utilização dessas carcaças para a fabricação de farinhas de origem animal aparece como uma alternativa, devido à proteína de origem animal possuir alta digestibilidade [3]. Entretanto, é um tema controverso devido à dificuldade de padronização do processo produtivo, dos aspectos econômicos da segurança alimentar e da origem dos resíduos que compõem estas farinhas [4].

Apesar dos esforços na busca por alternativas para a destinação das carcaças dos animais mortos nos sistemas de produção, o aumento da escala de produção e intensificação regional trazem um novo cenário preocupante acerca do destino dessas carcaças. Recentemente, as agroindústrias também têm dedicado esforço na busca de outras possibilidades, como o armazenamento de animais mortos sob refrigeração e posterior coleta/transferência para indústrias fabricantes de farinhas de origem animal. Essa solução é controversa entre diferentes setores das cadeias produtivas de aves e suínos.

Diante desse cenário, avaliar a qualidade do produto se torna indispensável. Um dos indicadores de qualidade é o nível de amins biogênicas que mensura a qualidade dos alimentos através de sua quantidade produzida ao longo do tempo. Essas possuem baixo peso molecular e sua formação é essencialmente resultante da descarboxilação enzimática de aminoácidos livres, e da transaminação de aldeídos e cetonas [5]. Os alimentos de origem animal são ricos em aminoácidos livres e, com isso, susceptíveis à contaminação de amins biogênicas. Além das amins biogênicas, segundo Jorge Neto [6] para um bom controle da qualidade dos produtos de origem animal, faz-se necessário realizar ainda a análise bromatológica, de índice de acidez da gordura, de rancidez e do índice de peróxido. E, para certificar-se de um bom controle microbiológico, mensura-se através de análises microbiológicas, no produto final, após tratamento térmico, a não identificação de

bactérias patogênicas e esporos termorresistentes, determinados por análise de *Salmonella sp.* e *Clostridium perfringens*, respectivamente [7].

Devido aos riscos sanitários e químicos, novos estudos devem ser realizados para gerar informações complementares, além de comprovar os conhecimentos tradicionais através do uso de análises laboratoriais e experimentos, permitindo, dessa forma, a geração de novas informações sobre o processamento e uso destas farinhas. Assim, este estudo avaliou a dinâmica de formação de aminas biogênicas, os índices de oxidação e microbiológicos e valores nutricionais em farinhas oriundas de carcaças de aves mortas armazenadas ao longo do tempo em diferentes condições de temperatura ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e animais

O experimento foi realizado na Embrapa Suínos e Aves, localizada na cidade de Concórdia-SC, no período de 04 a 07 de abril de 2016.

Foram utilizados 224 frangos de corte, da linhagem *Cobb 500*, com 46 dias de idade, provenientes do Setor de Avicultura da Embrapa.

Desenho experimental

As aves foram abatidas e recolhidas no mesmo dia em dois turnos (manhã e tarde). Noventa e seis frangos de corte foram abatidos às 8 h da manhã, correspondendo ao tipo de acondicionamento sob refrigeração em câmara fria à 7°C, e 128 foram abatidos às 12h30min. Utilizaram-se 32 carcaças, imediatamente ao abate, para compor o tipo de acondicionamento zero hora (0 h). Das 192 carcaças restantes, 96 foram armazenadas em uma célula de compostagem, com a parte inferior das paredes em alvenaria e o restante protegido por tela, sendo expostas à temperatura ambiente. As outras 96 foram armazenadas em câmara fria. Dessa forma, foram estabelecidos os tempos de armazenamento de 24, 48 e 72 h. Cada tempo de armazenamento era constituído por 32 carcaças e oito repetições, sendo a unidade experimental formada por quatro carcaças. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. As carcaças foram distribuídas em um esquema fatorial 2x4 com dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h). O período experimental foi de quatro dias, sendo que em cada turno foi realizado o processamento das farinhas das aves correspondente a um tempo de armazenamento.

Procedimento experimental

Foram colocados termômetros internos acoplados aos equipamentos *dataloggers*, em duas aves e na célula da composteira, para a verificação da temperatura interna das aves e externa da sala de armazenamento das carcaças.

Para a produção das farinhas foram escolhidas quatro carcaças, conforme a condição ambiente realizada para cada repetição. As carcaças foram pesadas, sendo verificado o pH e a temperatura interna e externa, moídas inteiras, colocadas em autoclave e adicionado 35% de óleo de soja, visando obter um bom cozimento e a não contaminação das carcaças moídas. Foi realizado cozimento em autoclave por 30 minutos e, após, utilizada pressão de 0,5 lb/cm² e temperatura de 115°C por 30 min, conforme Hamilton et al. [3].

Foram realizadas análises microbiológicas, toxicológicas, do teor de oxidação e nutricionais das farinhas.

As análises microbiológicas foram efetuadas no material *in natura*, ou seja, nas carcaças das aves moídas antes do processo térmico e na farinha resultante após processamento térmico e prensagem, para a realização da contagem de microrganismos (*Salmonella* sp. e *Clostridium* sp.) conforme metodologia do Centro de Diagnósticos de Sanidade Animal - Concórdia/SC, Brasil.

As análises toxicológicas, por sua vez, foram realizadas a partir da mensuração de aminas biogênicas: feniletilamina, putrescina, cadaverina, histamina, tiramina, espermidina e espermina, sendo que o método utilizado para análise foi HPLC, conforme metodologia adaptada de Smela et al. [8].

Para mensurar a oxidação das farinhas foi realizada a medição do nível de acidez das amostras através do aparelho Rancimat, segundo metodologia do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal [9]. Também foi realizado o teste do ácido tiobarbitúrico (TBA) através da metodologia da AOAC [10] e do índice de peróxido, conforme metodologia de Shantha e Decker [11].

Os valores nutricionais das farinhas foram obtidos através de análises bromatológicas, conforme a AOAC [12], para a determinação de matéria seca (MS), cinzas (CZ), cálcio (Ca), fósforo (P), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE).

Análise estatística

Foi realizada a verificação do teste F global ($P < 0,05$) e as médias dos tratamentos foram submetidas à análise de regressão polinomial. Foi também realizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o uso do programa Statistix 10 [13].

Aspectos éticos

O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEAA) da Universidade Federal de Pelotas (Parecer 9084/2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises microbiológicas efetuadas no material *in natura* e na farinha resultante do processamento térmico e prensagem não apresentaram contagem de microrganismos de *Salmonella* sp. e nem de *Clostridium* sp. Segundo Bellaver [4] as temperaturas de processamento de farinhas eliminam grande parte, senão toda a contaminação bacteriana dos subprodutos, corroborando com o encontrado nesse estudo. Para Hamilton et al. [3], temperaturas entre 115 e 146°C, por 40 a 90 minutos, são utilizadas no processo de renderização, sendo estas mais do que suficientes para eliminar bactérias, vírus e muitos micro-organismos, assim permitindo a obtenção de um produto protéico asséptico sem potencial de riscos biológicos e ameaças ambientais. Entretanto, a recontaminação das farinhas é algo que tem grande chance de acontecer devido ao manuseio, transporte e outros fatores do ambiente e, por isso, deve ser monitorada ao longo do ano, evitando a consequente perda de qualidade. Em função disso, tem sido prática comum nas graxarias, adicionar no processo de fabricação, substâncias a base de formaldeído, que impedem o crescimento bacteriano. De acordo com Cardozo et al. [5], as temperaturas elevadas eliminam os micro-organismos, porém uma vez formadas as aminas biogênicas no alimento, reduzir seu conteúdo é bastante difícil já que elas são termicamente estáveis mesmo em exposições prolongadas.

Os valores médios das aminas biogênicas feniletilamina, putrescina, cadaverina, histamina, tiramina, espermidina e espermina, e as probabilidades de significância para os fatores tempo de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h), tipo de acondicionamento (ambiente e refrigerado), interação tempo x tipo, e para as regressões linear e quadrática estão apresentados na tabela 1. Da mesma forma, na figura 1 estão as equações de regressão e as linhas de tendência referentes ao comportamento das aminas biogênicas nos diferentes tipos de acondicionamento e tempos de armazenamento. As aminas biogênicas, objeto de estudo, foram escolhidas devido a serem as mais prevalentes em carnes e produtos derivados [14].

Houve interação ($P < 0,05$) entre os fatores tipo e tempo de armazenamento das farinhas. Ambos influenciaram mutuamente os valores médios das aminas biogênicas. Assim, nas farinhas acondicionadas à temperatura ambiente os valores de quase todas as aminas aumentaram linearmente ($P < 0,005$) com o passar do tempo de armazenagem. O mesmo não foi observado quando as farinhas foram mantidas sob refrigeração. Esse

fator fez com que as aminas biogênicas não aumentassem tanto seus valores à medida que foi passando o tempo de armazenamento.

Com o passar das horas de exposição das carcaças das aves ao ambiente e pela sua deterioração verificou-se um aumento linear ($P<0,05$) na formação das aminas biogênicas, com a exceção da espermina e da espermidina, que tiveram comportamento contrário. Este aumento também foi encontrado por Tamim e Doerr [15], os quais avaliaram o efeito da putrefação das carcaças de frangos nos tempos de 0 a 72 h, com intervalos de análise de seis em 6 h, com permanência das carcaças ao ambiente e com temperatura de 30°C. Estes autores encontraram para o tempo de 72 h de putrefação das carcaças das aves o valor de 243,9 mg/kg para a cadaverina, sendo semelhante ao observado no presente estudo, que foi de 245,30 mg/kg. Porém, houve diferença para a tiramina, sendo que obtiveram o valor de 357,30 mg/kg, enquanto que no presente estudo foi de 109,50 mg/kg.

A cadaverina apresentou um maior aumento em relação às demais aminas biogênicas com as farinhas oriundas de carcaças expostas ao ambiente, com um incremento de 419% com 72 h (245,30 mg/kg) em relação a não exposição ao ambiente 0 h (58,50 mg/kg). A tiramina veio assegurar e apresentou uma produção de 109,50 mg/kg no tempo de 72 h, com um incremento de 876% em relação ao tempo de exposição 0 h (12,50 mg/kg). As demais aminas biogênicas tiveram um aumento menor ao longo do tempo. Adicionalmente, a cadaverina apresentou uma resposta linear significativa ($P<0,05$), aumentando 2,56 mg/kg a cada hora, conforme a equação $y = 69,00 + 2,56x$ ($R^2=0,98$), sendo o maior aumento em comparação com as demais aminas. Da mesma forma, outras aminas biogênicas apresentaram comportamento linear significativo ($P<0,05$), como a tiramina, com um incremento de 1,52 mg/kg a cada hora, de acordo com a equação $y = 14,60 + 1,52x$ ($R^2=0,86$); a feniletilamina, com um incremento de 0,63 mg/kg a cada hora, de acordo com a equação $y = -5,13 + 0,63x$ ($R^2=0,83$); a putrescina, com um incremento de 1,96 mg/kg a cada hora, de acordo com a equação $y = -9,52 + 1,96x$ ($R^2=0,91$); e a histamina, com um incremento de 0,1 mg/kg a cada hora, de acordo com a equação $y = 2,72 + 0,1x$ ($R^2=0,79$). As aminas biogênicas espermina e espermidina também apresentaram uma resposta linear significativa ($P<0,05$), porém, diferentemente das demais aminas, reduzindo a cada hora, conforme a equação $y = 64,40 - 0,49x$ ($R^2=0,99$), portanto uma redução de 0,49 mg/kg de espermina a cada hora; e, para a espermidina, de 0,18 mg/kg a cada hora, de acordo com a equação $y = 36,59 - 0,18x$ ($R^2=0,97$).

A dinâmica de formação das aminas biogênicas e seu comportamento com o passar do tempo de armazenamento foi diferente entre os dois tipos de acondicionamento. As carcaças sob refrigeração apresentaram menores concentrações de aminas biogênicas do que aquelas mantidas em ambiente, com exceção da

espermidina e espermina, que aumentaram seus valores no tempo de armazenamento 72 h em 51,95% e 100%, respectivamente, em comparação ao mesmo tempo com as carcaças mantidas em ambiente, sem refrigeração.

As aminas biogênicas são produzidas em alimentos que contém níveis elevados de proteína. Pode ser qualquer alimento, talvez mais acentuada conforme aumenta a proteína. Durante a fermentação ou a deterioração, os produtos de degradação de proteínas, os peptídios e os aminoácidos, representam precursores para a formação de aminas biogênicas. O produto de origem animal é a fonte natural do substrato a partir do qual as aminas biogênicas são produzidas [14]. É também o maior componente da matriz em que ocorrem reações de descarboxilação, e qualquer condição que altere sua natureza e características influenciará a formação de aminas biogênicas [16]. Tais aminas podem ser encontradas em matérias-primas de baixa qualidade, com condições inadequadas de processamento e/ou armazenamento. Além disso, os micro-organismos responsáveis pelo processo de fermentação podem contribuir para o acúmulo de aminas biogênicas nessas matérias-primas de baixa qualidade [17; 18]. A fração de nitrogênio não proteico que aumenta durante a fermentação inclui a presença de aminoácidos livres, precursores de aminas biogênicas. A principal atividade de protease é derivada de enzimas de carne endógenas. A proteólise é favorecida pela desnaturação de proteínas como consequência do aumento da acidez, desidratação e ação do cloreto de sódio [14]. Assim, explica-se o motivo pelo qual os valores das aminas biogênicas das carcaças expostas ao ambiente apresentarem-se superiores aos das mantidas sob refrigeração, pela sua deterioração aumentar os aminoácidos livres e assim produzir mais aminas biogênicas. As carcaças que foram mantidas sob refrigeração tiveram o processo de deterioração retardado e conservaram-se até 72 horas, mantendo assim níveis de aminas biogênicas mais baixos. No entanto, as aminas biogênicas espermina e espermidina apresentaram resposta contrária às demais devido a serem as únicas presentes em níveis significativos em carne fresca [19]. Portanto, seu aumento está relacionado com a temperatura mais amena. Altos conteúdos de espermina, geralmente entre 20 e 60 mg/kg, são habituais na carne e em produtos à base de carne de animais de sangue quente, semelhantemente aos valores encontrados no presente estudo, com uma média de 40,8 mg/kg para as carcaças expostas ao ambiente e de 55,6 mg/kg para as mantidas sob refrigeração. Os níveis de espermidina para produtos à base de carne raramente excedem 10 mg/kg [14], o que não foi observado neste estudo, em que foram obtidos níveis médios maiores, de 28,37 mg/kg nas carcaças mantidas ao ambiente e de 34,33 mg/kg nas mantidas sob refrigeração. Possivelmente esse aumento esteja relacionado com a deterioração das carcaças em até três dias. Por outro lado, os valores observados nas carcaças mantidas sob refrigeração, para as aminas espermina e espermidina, os quais foram maiores do que nas carcaças expostas ao ambiente, provavelmente podem ser justificados pelo fato de as carcaças estarem armazenadas a uma temperatura de 7°C

em câmara fria e apresentarem uma temperatura média interna de 16,2°C. Com isso, a temperatura estava em uma faixa mais amena, o que leva a uma maior formação dessas amins.

As amins biogênicas histamina, espermidina e espermina não apresentaram qualquer tendência, seja ela linear ou quadrática, com o passar do tempo de armazenamento sob refrigeração ($P>0,05$), mantendo valores mais baixos e constantes. No entanto, as amins putrescina ($P=0,0003$; $R^2=0,52$) e cadaverina ($P=0,0116$; $R^2=0,60$) tiveram um comportamento linear, porém com baixos coeficientes de determinação. A putrescina apresentou um aumento de 1,26 mg/kg a cada uma hora, conforme a equação $y = 43,18 + 1,26x$. A cadaverina, por sua vez, apresentou um incremento de 0,63 mg/kg a cada hora, de acordo com a equação $y = 78,49 + 0,63x$. Mesmo assim, a cadaverina também obteve maiores índices do que as demais amins para o acondicionamento sob refrigeração, com 98% de superioridade nas 72 h (116,3 mg/kg) em relação ao tempo 0 h (58,5 mg/kg), porém sendo ainda cerca de 47% menor do que a farinha produzida das carcaças mantidas em ambiente, sem refrigeração, no mesmo período de tempo. E a feniletilamina, por seu turno, demonstrou um comportamento quadrático ($P=0,0076$; $R^2=0,99$), de acordo com a equação $y = 1,95 + 0,22x - 0,0028x^2$, apresentando 2,6 mg/kg na hora zero e atingindo o valor máximo nas 48 h de exposição das carcaças à refrigeração (8 mg/kg), decrescendo para 2,3 mg/kg nas 72 h de armazenamento. Já a espermina, diferentemente do seu comportamento nas farinhas obtidas de carcaças expostas ao ambiente, obteve um valor de 59,0 mg/kg nas 72 h, sendo 8,10% menor em comparação ao tempo 0 h (64,2 mg/kg), porém com um aumento de praticamente 100% em relação ao mesmo tempo (72 h) com as carcaças expostas ao ambiente, como explicado anteriormente, devido a espermina ser uma amina de temperatura mais amena. Assim, desenvolve-se mais em ambientes mais frescos, como nas carcaças mantidas sob refrigeração. A tiramina, por sua vez, apresentou uma resposta quadrática ($P=0,0017$; $R^2=0,85$) quando a farinha foi mantida em ambiente refrigerado por até 72 h, obtendo o valor mais elevado às 48 h de armazenamento, com 91,6 mg/kg, conforme a equação $y = 7,67 - 0,03x + 3,08x^2$ ($R^2=0,85$), sendo 47,38% superior ao tempo de armazenamento de 72 h (48,2 mg/kg) e 85,35% maior do que o valor inicial, no tempo 0 h (12,5 mg/kg).

Os desvios padrão obtidos foram elevados provavelmente em função da elevada variabilidade do processo de deterioração de cada carcaça, mesmo as aves de cada repetição sendo submetidas às mesmas condições. As carcaças das aves foram expostas a uma temperatura externa média de 26,4°C e interna de 26,9°C, e apresentaram um pH médio de 5,69 no tipo de acondicionamento ao ambiente. Para as carcaças mantidas sob refrigeração, a temperatura externa média foi de 15,3°C e a interna de 16,2°C, com pH médio de 5,91. E, para as farinhas oriundas da hora zero, ou seja, produzidas imediatamente após a morte das aves, a temperatura externa

média foi de 36,5°C e a interna de 37,4°C, com pH médio de 6,08. A formação de aminas por bactérias é influenciada decisivamente pela temperatura. Temperaturas na faixa de 20 a 37°C são ideais para o crescimento da maioria das bactérias que contém decarboxilases, e a diminuição da temperatura interrompe seu crescimento [20]. Dessa forma, carcaças mantidas sob refrigeração produziram índices menores de aminas biogênicas do que as expostas ao ambiente, demonstrando assim, esse tipo de armazenamento, ser eficiente na preservação da qualidade das farinhas armazenadas até 72 h. Não existem ainda níveis estabelecidos de ponto de corte para as aminas biogênicas. Normalmente se diz que os níveis encontrados nas dietas não afetam o desempenho dos animais.

Outro fator importante é o pH, que pode ser considerado fator chave a influenciar a atividade da descarboxilase bacteriana. As descarboxilases de aminoácidos geralmente têm melhor atividade em o pH ácido melhor, ou seja, quando estiver ácido o local (carne, farinha, etc.), a sua atividade é maximizada. A diminuição do pH resulta em aumento da atividade da descarboxilase das bactérias. Nessas condições, as bactérias produzem mais descarboxilases como parte de seu mecanismo de proteção. No entanto, a redução rápida e acentuada no pH é conhecida por reduzir o crescimento dos micro-organismos positivos à amina [21]. Os valores de pH encontrados no estudo tiveram uma queda mais brusca do tempo hora zero de produção das farinhas (6,08) em relação a média de pH encontrado com as carcaças expostas ao ambiente (5,69) e as mantidas sob refrigeração (5,91). Dentro de cada tipo de acondicionamento houve pouca variação, sendo que ao ambiente a variação foi de 5,76 (24 h) a 5,67 (72 h) havendo, portanto, um decréscimo. Já para o armazenamento sob refrigeração a variação foi de 5,84 (24 h) a 5,96, apresentando um aumento de pH das 24 h para as 72 h de armazenamento.

Os resultados de índice de acidez, índice de peróxido e análise de ácido tiobarbitúrico (TBA) estão apresentados na tabela 2. As farinhas de origem animal são ricas em gorduras e, por conseguinte, têm maior facilidade em se auto-oxidarem, pelo início da formação de radicais livres [4]. Na revisão de Rutz e Lima [22] é enfatizado que a oxidação é um processo autocatalítico e desenvolve-se em aceleração crescente, uma vez iniciada. Os fatores que podem influenciar na formação de radicais livres são: altas temperaturas, radiação, enzimas, luz e presença de íons metálicos.

A interação entre os fatores tipo de acondicionamento e tempo de armazenamento das carcaças foi significativa ($P<0,05$) para os índices de acidez ($P=0,0079$) e de peróxido ($P=0,0001$), mas não para a análise de ácido tiobarbitúrico ($P>0,05$). Para as farinhas obtidas de carcaças mantidas sem refrigeração, o índice de acidez apresentou uma resposta linear crescente ($P=0,0004$), com um incremento de 0,0068 mgNaOH/g a cada hora, de acordo com a equação $y = 1,68 + 0,0068x$ ($R^2=0,95$). Além disso, houve diferença significativa ($P<0,05$) quando

foi feita a comparação das farinhas obtidas de carcaças que não foram armazenadas, portanto, tempo 0 h (1,70 mgNaOH/g) com as obtidas de carcaças armazenadas por 48 e 72 h (2,07 e 2,15 mgNaOH/g, respectivamente). Por outro lado, o índice de acidez das farinhas obtidas de carcaças mantidas sob refrigeração não apresentou diferença significativa entre os tempos avaliados ($P>0,05$). Porém, apresentou resposta quadrática ($P=0,0368$), de acordo com a equação $y = 1,73 + 0,011x - 0,0001x^2$ ($R^2=0,62$), com valor de 1,70 mgNaOH/g na hora zero e atingindo o maior valor nas 24 h, com 2 mgNaOH/g, após decrescendo para 1,79 mgNaOH/g no tempo de 72 h de armazenamento. Os valores encontrados estão abaixo de 6 mgNaOH/g, valor máximo considerado como ausência de processo oxidativo nas farinhas, segundo a ANFAR [23] e próximos a 2 mgNaOH/g, sendo este o nível máximo ideal recomendado por Bellaver e Zanotto [24] para farinhas de origem animal. Assim, os valores encontrados de índice de acidez para as farinhas produzidas de carcaças de aves mantidas em ambiente refrigerado ou não por até 72 horas permitem afirmar que não houve processo de rancidez oxidativa, no presente estudo.

Do mesmo modo que para o índice de acidez, houve interação significativa entre o tempo de armazenamento e o tipo de acondicionamento das carcaças que originaram as farinhas, para o índice de peróxido. O valor médio, no período de 24 a 72 h, encontrado para o índice de peróxido das farinhas obtidas das carcaças sob refrigeração (34,30 meq/1000g) foi maior ($P<0,05$) do que o obtido das farinhas produzidas das carcaças expostas ao ambiente (20,92 meq/1000g) no tempo de 72 h. Este valor mais baixo destoa dos demais dentro do mesmo tipo de acondicionamento e pode ser explicado provavelmente pelo fato dessa farinha não ter iniciado de modo acelerado e crescente o processo autocatalítico, assim não apresentou muitos radicais livres para a oxidação se estabelecer [22]. O comportamento desse índice para as farinhas obtidas de carcaças expostas ao ambiente foi quadrático ($P=0,0008$), aumentando até o tempo de 48 h (43,04 meq/1000g) e reduzindo posteriormente, de acordo com a equação $y = 20,07 + 0,8764x - 0,0116 x^2$ ($R^2=0,63$). Já para as farinhas obtidas de carcaças mantidas refrigeradas o comportamento foi linear crescente ($P=0,0012$), com um incremento de 0,16 meq/1000g a cada hora, de acordo com a equação $y = 25,73 + 0,16x$ ($R^2=0,77$). Adicionalmente, farinhas produzidas de carcaças que não foram armazenadas, portanto tempo de 0 h (22,61 meq/1000g), apresentaram índice de peróxido significativamente menor do que as obtidas de carcaças armazenadas por 72 h (36,56 meq/1000g) em ambiente refrigerado. A refrigeração, por sua vez, deveria manter os níveis de peroxidação. Porém, os valores encontrados mostram o contrário, e que mesmo as carcaças sob refrigeração apresentaram valores mais altos de índice de peróxido. Provavelmente, os valores possam ter aumentado pelo aumento de temperatura desde a saída das carcaças da câmara fria (7°C) até serem esquartejadas (16,2°C) moídas e cozidas

em uma sala com temperatura média de 36°C. Outra possibilidade é que devido ao fato de as carcaças estarem expostas à refrigeração poderiam ter um maior teor de água por causa da umidade da câmara fria, pois, segundo Bellaver e Zanotto [24], a umidade é responsável pela diminuição da energia, quer por diluição ou por aumento da concentração de ácidos graxos livres. Portanto, aumentando os níveis de peroxidação. Os valores de índice de peróxido tanto para as farinhas produzidas a partir de carcaças expostas ao ambiente como para aquelas mantidas sob refrigeração foram superiores ao nível considerado o máximo aceitável, que é de 10 meq/1000g, segundo a ANFAR [23]. Tradicionalmente, os valores de índice de peróxido estão entre 0 e 20 meq/1000g e, nesse último valor, é possível detectar o odor a ranço [24].

Diferentemente dos índices de acidez e de peróxido, não houve interação significativa ($P>0,05$) do tempo de armazenamento e do tipo de acondicionamento para os valores de TBA. Além disso, também não foi verificado comportamento linear ou quadrático ($P>0,05$), tanto para as farinhas obtidas de carcaças mantidas com ou sem refrigeração por até 72 h. Para as farinhas obtidas de carcaças que não foram armazenadas (tempo 0 h) foi obtido valor de 24,31 mgMDA/kg, sem aumento significativo até aquelas produzidas de carcaças armazenadas por 72 h, tanto para as expostas ao ambiente (26,69 mgMDA/kg) quanto para as mantidas sob refrigeração (27,54 mgMDA/kg). Assim, o índice de TBA apresentou valores médios muito próximos à farinha produzida na hora zero, imediatamente após a morte das aves e abaixo do nível máximo recomendado para alimentação de animal de 15nmol/g (1080,75 mgMDA/kg). Porém, essas farinhas encontram-se predispostas ao processo oxidativo por terem níveis mais altos de extrato etéreo do que o recomendado para subprodutos de origem animal. Desse modo, a preocupação e o cuidado em evitar que a oxidação se inicie são de suma importância.

A análise bromatológica das carcaças moídas após o cozimento e prensagem (torta prensada) para os valores de cálcio, fósforo, cinzas, extrato etéreo e proteína bruta estão apresentados na tabela 3. Essa análise foi realizada das carcaças moídas, cozidas e prensadas (torta prensada). Essas tortas prensadas são as farinhas que ainda não sofreram processo de secagem em estufa e posterior trituração.

Não foi verificada interação ($P>0,05$) entre os fatores tipo de acondicionamento e tempo de armazenamento para os valores de cálcio, fósforo e cinzas, os quais encontram-se abaixo do limite máximo recomendado pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal [25] que é de 8,50, 2,50 e 22%, respectivamente. Dessa forma, é possível formular dietas com valores de minerais dentro da normalidade para esse subproduto, não havendo influência, por exemplo, de valores altos de Ca e P nos teores de energia, o que faria com que houvesse a necessidade de fazer grandes ajustes na dieta ou então subestimar os verdadeiros

valores dessas futuras farinhas. Por outro lado, verificou-se interação ($P=0,0253$) entre o tipo e o tempo de acondicionamento para os valores de extrato etéreo, sendo que o tipo de acondicionamento diferiu ($P<0,05$) no tempo de 72 h, sendo maior nas tortas prensadas mantidas sob refrigeração. Além disso, com o passar do tempo os valores de extrato etéreo das carcaças refrigeradas aumentaram linearmente ($P=0,0224$), de acordo com a equação $y = 9,22 + 0,0265x$ ($R^2=0,72$), obtendo um incremento de 0,026% a cada hora. No entanto, quando as carcaças ficaram expostas ao ambiente os valores apresentaram uma resposta quadrática ($P=0,0153$) de acordo com a equação $y = 10,30 + 0,0141x - 0,0010x^2$ ($R^2=0,76$), obtendo no tempo zero hora 18,5% de extrato etéreo, atingindo o maior valor no tempo de 24 h, com 21,5%, e após decrescendo para 20,2%. Dessa forma, os valores de extrato etéreo, conforme o referido Compêndio estão acima do mínimo de 10% para garantir um nível satisfatório de energia nesse subproduto. Já para os valores de proteína bruta, por sua vez, a interação entre os fatores tipo de acondicionamento e tempo de armazenamento das carcaças foi significativa ($P=0,0499$) e apresentou uma redução linear para as carcaças mantidas ao ambiente ($P=0,0473$), de acordo com a equação $y = 34,24 - 0,0276x$ ($R^2=0,81$), com um decréscimo de 0,0276 % a cada hora. E, para as carcaças refrigeradas que originaram as tortas prensadas, a proteína bruta também apresentou uma redução linear ($P=0,0278$), de acordo com a equação $y = 33,43 - 0,0333x$ ($R^2=0,61$), com uma diminuição de 0,0333 % a cada hora. As carcaças que não foram armazenadas (tempo 0 h) apresentaram teor proteico (71,2%) superior ($P<0,05$) tanto em relação às mantidas ao ambiente por 48 e 72 h (67,6 e 68,1%, respectivamente), como sob refrigeração por 24, 48 e 72 h (66,21, 67,4 e 65,9%, respectivamente). O fator tipo de acondicionamento também interferiu nos teores de proteína bruta ($P<0,05$), havendo diferença significativa quando as carcaças foram mantidas ao ambiente em relação às mantidas sob refrigeração, em dois tempos: 24 e 72 h. No tempo de 24 h, o valor da PB das carcaças mantidas ao ambiente foi de 69,8% em relação às mantidas sob refrigeração, de 66,2%. E, no tempo de 72 h de armazenamento o valor da PB das carcaças expostas ao ambiente foi de 68,1, enquanto que para as mantidas sob refrigeração foi de 65,9%. Os valores menores de PB podem ser atribuídos ao nível de desnaturação da proteína nos tratamentos, como as amostras possuem uma alta variabilidade, algumas repetições podem ter ficado com um teor mais alto de material mais proteico, como carne e vísceras, do que outras, com mais penas, ossos e cartilagens. Porém, esperava-se que as carcaças mantidas sob refrigeração, por apresentarem pH menos ácido do que as carcaças expostas ao ambiente (5,91 x 5,69, respectivamente) tivessem um valor de PB maior, por essas carcaças, estarem menos propícias a multiplicação de micro-organismos e, portanto, a deterioração.

Da mesma forma que observado para o extrato etéreo, os valores de proteína bruta encontram-se acima do mínimo recomendado pelo Compêndio, que é de 52%. Esses valores são recomendados para a obtenção de

subprodutos de abate de aves, mais especificamente resíduos de vísceras e ossos, com o objetivo de obter qualidade nutricional desse subproduto. Assim, na comparação dos resultados bromatológicos encontrados nesse estudo, através da análise da torta prensada, que é a farinha antes do processo de secagem e moagem, com os do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal [25], os valores nutricionais desse material em estudo estão dentro dos limites de um subproduto considerado de qualidade.

Diante disso, o processo de fabricação das farinhas se torna ineficiente caso as carcaças estejam contaminadas por aminas biogênicas, apresentem altos níveis de oxidação e valores bromatológicos fora dos níveis mínimos e máximos recomendados. Atualmente, não existe legislação específica referente a aminas biogênicas para produtos de origem animal, com exceção de pescados ou produtos de pesca. Assim, há necessidade de mais estudos sobre a dinâmica de formação de aminas biogênicas em produtos de origem animal para definição de limites de produção e, com isso, poder estabelecer procedimentos e legislações para a viabilidade desse material na produção de farinhas de qualidade. Da mesma forma, há necessidade de mais estudos sobre os teores oxidativos das farinhas (e do uso de antioxidantes) desde o processamento, armazenagem, até o fornecimento aos animais. Além disso, há chances de haver a recontaminação por micro-organismos nas farinhas. Assim, fazer um tratamento prévio nas farinhas se faz necessário. E, por fim, todos esses cuidados poderão garantir uma farinha com alto valor nutricional que atenda aos níveis de garantia dos nutrientes para assim ser possível a sua inclusão na alimentação animal.

CONCLUSÃO

As farinhas oriundas de aves mortas até 72 horas armazenadas em câmara fria ou em temperatura ambiente apresentam crescimento linear dos níveis de aminas biogênicas com o passar do tempo em condição de temperatura ambiente e níveis baixos para o acondicionamento sob refrigeração, não apresentam acidez oxidativa e os níveis de peroxidação são superiores ao recomendado, livre de contaminação microbiológica e com níveis nutricionais de qualidade baseados nos níveis de subprodutos de origem animal recomendados.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Suínos e Aves e à Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) pela realização da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

509 **REFERÊNCIAS**

- 510 1. ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. Brasília - DF. Disponível em <http://abpa-br.com.br/>,
511 acessado em 21/09/2016.
- 512 2. Krabbe LE, Wilbert CA. Os passivos das cadeias de produção de proteína animal - animais mortos. *Avicultura*
513 *Industrial* 2016; 1251 ed: 24-31.
- 514 3. Hamilton CR, Kirstein D, Breitmeyer RE. The rendering industry's biosecurity contribution to public and
515 animal health. In: Meeker DL. *Essential Rendering*. Arlington: National Renderers Association 2006; 1ed: 71-
516 94.
- 517 4. Bellaver, C. Uso de resíduos de origem animal na alimentação de frangos de corte. In: *Simpósio Brasil Sul de*
518 *Avicultura*, 2002. Anais... Chapecó: ACAV-EMBRAPA, 2002: 6-22.
- 519 5. Cardozo M, Lima KLS, França ALSL. Aminas Biogênicas: Um problema de Saúde Pública. *Revista Virtual*
520 *de Química* 2013; 2(5): 149-168.
- 521 6. Jorge Neto G. Qualidade nutricional do produto de graxaria avícola. In: *Abate e processamento de frangos*.
522 *Campinas: FACTA*, 1994: 115-128.
- 523 7. BRASIL. Instrução Normativa Nº. 15 de 29 de outubro de 2003. Departamento de Inspeção de Produtos de
524 Origem Animal (DIPOA), Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), Ministério da Agricultura, Pecuária e
525 Abastecimento (MAPA), Brasília, 2003.
- 526 8. Smela D, Pechova P, Komprda T, Klejdus B, Kuban V. Liquid Chromatographic Determination of Biogenic
527 Amines in a Meat Product during Fermentation and Long-term Storage. *Czech Journal Food Sciences* 2003; 21
528 (5): 67-175.
- 529 9. *Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal*. São Paulo: SINDIRAÇÕES/ANFAL; Campinas:
530 CBNA/SDR/MA 1998: 371 p.
- 531 10. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official
532 Analytical Chemists. Arlington: AOAC 1998; 1; 16th ed.
- 533 11. Shantha NC, Decker EA. Rapid, Sensitive, Iron-Based Spectrophotometric Methods for Determination of
534 Peroxide Values of Food Lipids. *Journal of AOAC International* 1994; 77: 421-424.
- 535 12. Association of Official Analytical Chemists International - AOAC. Official Methods of Analysis. Arlington:
536 AOAC 1995; 2: 474 p.
- 537 13. STATISTIX 10. Analytical Software PO Box 12185, Tallahassee, FL 32317 2016.

- 538 14. Stadnik J, Dolatowski ZJ. Biogenic amines in meat and fermented meat
539 products. *ACTAScientiarumPolonorumTechnologiaAlimentaria* 2010; 9(3): 251-263.
- 540 15. Tamim NM, Doerr JA. Effect of Putrefaction of Poultry Carcasses Prior to Rendering on Biogenic Amine
541 Production. *Journal of Applied Poultry Research* 2003; 12: 456-460.
- 542 16. Capillas CR, Colmenero FJ. Biogenic amines in meat and meat products. *Crit Ver Food Sci* 2004; (44): 489-
543 499.
- 544 17. Cid SB, Arrizado MJM, Moratalla LLL, Carou MCV. Freezing of meat raw materials affects tyramine and
545 diamine accumulation in spontaneously fermented sausages. *MeatSci* 2006; (72): 62-68.
- 546 18. Moratalla MLL, Cid SB, Talon R, Garriga M, Zanardi E, Ianieri A, Fraqueza MJ, Elias M, Drosinos EH,
547 Carou MCV. Strategiesto reduce biogenic amine accumulation in traditional sausage manufacturing. *LWT*
548 *FoodSciTechnol* 2010; (43): 20-25.
- 549 19. Jover TH, Pulido MI, Nogués MTV, Font AM, Carou MCV. Biogenic amine and polyamine contents in
550 meat and meat products. *J Agric Food Chem* 1997; (45): 2098-2102.
- 551 20. Karovičová J, Kohajdová Z. Biogenic amines in food. *Chem Pap* 2005; 59 (1): 70-79.
- 552 21. Maijala R, Nurmi E, Fischer A. Influence of processing temperature on the formation of biogenic amines in
553 dry sausages. *Meat Sci* 1995; (39): 9-22.
- 554 22. Rutz F, Lima GLMM. Uso de antioxidantes em rações e subprodutos. In: Conferencia APINCO de Ciência e
555 Tecnologia Avícolas. Anais... FACTA. Campinas 1994: 73-84.
- 556 23. ANFAR/SINDIRAÇÕES – Associação Nacional dos Fabricantes de ração /Sindicato Nacional das Indústrias
557 de Alimentação Animal. Padronização de matérias-primas para alimentação animal. São Paulo 1998: 1-51.
- 558 24. Bellaver C, Zanotto DL. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos proteicos de origem animal.
559 Conferencia APINCO, Santos SP, 2004: 21 p.
- 560 25. Compêndio Brasileiro De Alimentação Animal. São Paulo: Sindirações/Anfal. Campinas CBNA/SDR/MA.
561 2004: 430 p.

Tabela 1 – Aminas biogênicas (média±desvio padrão) de farinhas de carcaças de aves submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72h)

Aminas Biogênicas (mg/kg)	Tipo	Tempo, horas				Média*	EPM	P				
		0	24	48	72			Tempo	Tipo	Tempo x Tipo	Linear	Quadrática
<i>Feniletilamina</i>	Amb	2,6±0,4Ab	2,0±0,9Ab	17,8±19,6Aab	47,8±57,4Aa	22,5	7,61	0,0132	0,0153	0,0099	0,0037	0,1567
	Ref	2,6±0,4Aa	3,5±2,0Aa	8,0±4,1Aa	2,3±0,5Ba	4,6					0,4888	0,0076
<i>Putrescina</i>	Amb	8,1±2,3Ab	15,7±3,8Ab	75,5±79,8Aab	145,2±138,8Aa	78,8	20,03	0,0024	0,0011	0,0054	<0,001	0,2741
	Ref	8,1±2,3Aa	12,3±2,7Aa	14,9±4,1Ba	14,4±3,4Aa	13,9					0,0003	0,0433
<i>Cadaverina</i>	Amb	58,5±30,9Ab	142,4±14,01Ab	197,0±94,0Aab	245,3±105,8Aa	194,9	16,39	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,3859
	Ref	58,5±30,9Ab	126,0±37,8Aa	104,0±15,2Ba	116,3±33,0Ba	115,4					0,0116	0,0262
<i>Histamina</i>	Amb	4,0±0,8Ab	3,8±0,7Ab	5,9±2,0Ab	11,0±4,8Aa	6,9	0,68	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Ref	4,0±0,8Aa	3,7±0,6Aa	3,8±0,5Aa	3,9±0,5Ba	3,8					0,7964	0,6425
<i>Tiramina</i>	Amb	12,5±11,5Ab	40,8±8,3Ab	114,7±41,2Aa	109,5±27,7Aa	88,3	7,56	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,1183
	Ref	12,5±11,5Ac	47,7±16,0Ab	91,6±19,0Aa	48,2±15,1Bb	62,5					0,0017	<0,001
<i>Espermidina</i>	Amb	35,8±6,4Aa	33,3±6,0Aa	28,7±4,7Aa	23,1±8,0Ba	28,4	2,16	0,0144	0,0049	0,0354	<0,001	0,4894
	Ref	35,8±6,4Aa	34,8±6,9Aa	33,1±3,7Aa	35,1±5,6Aa	34,3					0,6858	0,6994
<i>Espermina</i>	Amb	64,2±11,8Aa	53,5±10,3Aa	39,4±8,6Bab	29,5±17,4Bb	40,8	4,28	<0,001	<0,001	0,0044	<0,001	0,9359
	Ref	64,2±11,8Aa	56,1±14,0Aa	51,7±8,8Aa	59,0±11,7Aa	55,6					0,3027	0,1114

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); * Média dos valores dos tempos de 24 a 72 horas; Amb: Tipo de acondicionamento ambiente; Ref: Tipo de acondicionamento refrigerado; EPM: Erro padrão da média da interação; P: Probabilidade de significância 5%, N=8

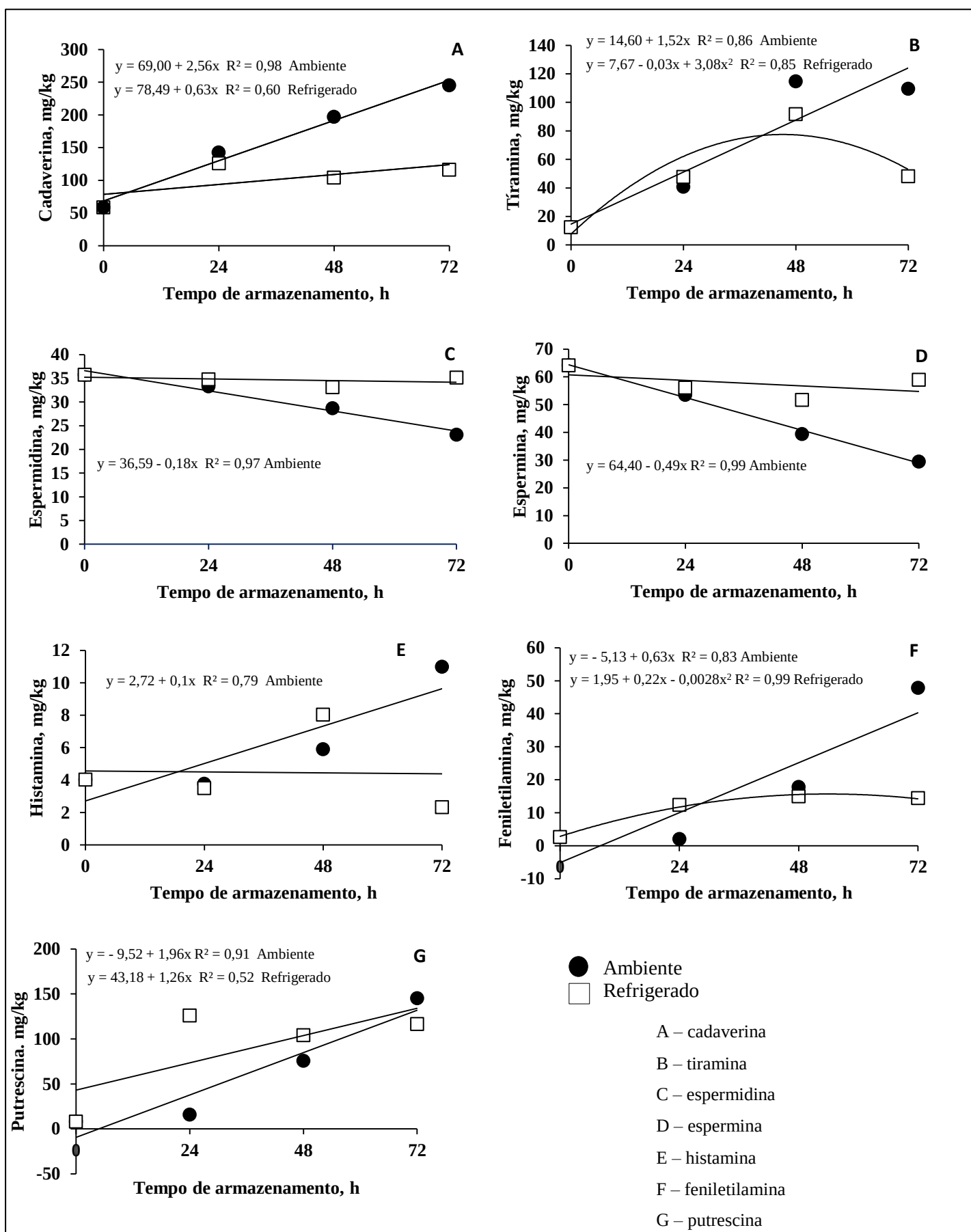


Figura 1. Comportamento das aminas biogênicas nos diferentes tipos de acondicionamento e tempos de armazenamentos

Tabela 2 – Análises de oxidação (média±desvio padrão) das farinhas formuladas a partir de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h)

Análise	Tipo	Tempo, horas				Média*	CV, %	P				
		0	24	48	72			Tempo	Tipo	Tempo x Tipo	Linear	Quadrática
<i>Índice de acidez (mgNaOH/g)</i>	Amb	1,70±0,24b	1,80±0,25ab	2,07±0,23a	2,15±0,27a	2,01	12,15	0,0060	0,0971	0,0079	0,0004	0,9393
	Ref	1,70±0,24	2,00±0,17	1,83±0,18	1,79±0,24	1,87					0,7421	0,0368
<i>Índice de peróxido (meq/1000g)</i>	Amb	22,61±4,69b	27,91±6,36b	43,04±10,80a	20,92±4,93Bb	30,62	21,79	0,0000	0,1265	0,0001	0,7629	0,0008
	Ref	22,61±4,69b	33,42±5,51ab	32,93±7,46ab	36,56±6,22Aa	34,30					0,0012	0,1330
<i>TBA (mgMDA/kg)</i>	Amb	24,31±6,51	26,52±3,81	26,68±1,90	26,69±6,02	26,63	21,62	0,1122	0,1463	0,3526	0,4666	0,5635
	Ref	24,31±6,51	27,73±5,24	34,43±8,41	27,54±5,82	29,90					0,2203	0,0632

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); * Média dos valores dos tempos de 24 a 72 horas; TBA: Análise de Ácido Tiobarbitúrico; Amb: Tipo de acondicionamento ambiente; Ref: Tipo de acondicionamento refrigerado; CV: Coeficiente de variação; P: Probabilidade de significância 5%.

Tabela 3 – Análise bromatológica (média±desvio padrão) da torta prensada ao final do procedimento de produção das farinhas de carcaças de aves submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h)

Análise Bromatológica %	Tipo	Tempo, horas				Média*	CV, %	P				
		0	24	48	72			Tempo	Tipo	Tempo x Tipo	Linear	Quadrática
<i>Cálcio</i>	Amb	1,7±0,1	1,9±0,5	1,7±0,2	2,0±0,3	1,9	17,97	0,1885	0,8857	0,1402	0,2707	0,4576
	Ref	1,7±0,1	2,0±0,3	1,9±0,4	1,7±0,4	1,9					0,9667	0,0290
<i>Fósforo</i>	Amb	1,0±0,1	1,1±0,2	1,0±0,1	1,1±0,2	1,1	16,60	0,2054	0,9271	0,2337	0,4002	0,2080
	Ref	1,0±0,1	1,2±0,2	1,2±0,2	1,0±0,2	1,1					0,9082	0,0308
<i>Cinzas</i>	Amb	8,4±0,7	8,4±0,9	8,3±0,7	9,1±0,9	8,6	11,76	0,7211	0,3390	0,1384	0,3258	0,4625
	Ref	8,4±0,7	9,3±1,5	9,1±1,2	8,4±1,2	8,9					0,7672	0,0660
<i>Extrato etéreo</i>	Amb	18,5±1,8A	19,3±1,0A	21,5±2,6A	20,2±1,9B	20,3	9,98	<0,001	0,0107	0,0255	0,1387	0,0153
	Ref	18,5±1,8Ab	22,1±2,1Aa	21,0±1,1Aab	23,5±3,1Aa	22,2					0,0224	0,5643
<i>Proteína bruta</i>	Amb	71,2±1,7Aa	69,8±1,9Aab	67,6±2,9Ab	68,1±1,9Ab	68,5	2,77	<0,001	0,0038	0,0499	0,0473	0,0120
	Ref	71,2±1,7Aa	66,2±1,4Bb	67,4±1,4Ab	65,9±1,7Bb	66,5					0,0278	0,4477

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);*Média dos valores dos tempos de 24 a 72 horas; Amb: Tipo de acondicionamento ambiente; Ref: Tipo de acondicionamento refrigerado; CV: Coeficiente de variação; P: Probabilidade de significância 5%.N=8.

6. ARTIGO 2

Farinhas de aves mortas na alimentação de leitões em fase de creche

Artigo formatado de acordo com as normas da revista *Asian Australasian Journal of Animal Science*

Farinhas de aves mortas na alimentação de leitões em fase de creche

Débora Aline *Alves*¹, Everton Luis *Krabbe*², Eduardo Gonçalves *Xavier*^{3*}

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Zootecnia, Pelotas, RS, 96010-610, Brasil. Doutoranda bolsista da CAPES. E-mail: deboraalinealves@yahoo.com.br

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, 89700-000, Brasil. E-mail: everton.krabbe@embrapa.br

³ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Zootecnia, Pelotas, RS, 96010-610, Brasil. E-mail: egxavier@yahoo.com

*Eduardo Gonçalves Xavier. Tel: +55-53-3275 7273, Cel: +55-53-8134 1004, E-mail: egxavier@yahoo.com

Farinhas de carcaças na alimentação de leitões

RESUMO: Foi avaliado o fornecimento de farinhas de carcaças de aves, produzidas em diferentes tipos e tempos de armazenamento, na alimentação de leitões para verificar a sua digestibilidade e os parâmetros morfométricos de órgãos e sanguíneos dos suínos. Foram utilizados 72 leitões de uma linhagem comercial (MS x TOP GEN), machos castrados, com peso inicial médio de 25 kg, distribuídos individualmente em gaiolas metabólicas. O estudo foi composto por três ensaios, repetidos no tempo, com 24 animais, sete dias de adaptação e cinco dias de coleta cada um. Os leitões permaneceram em gaiolas por 14 dias, submetidos à mesma alimentação e manejo. Ao final de cada ensaio os animais sofreram eutanásia e necropsia. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados (BCC), sendo o bloco realizado em função do ensaio experimental. Os leitões foram distribuídos em um esquema fatorial 2x4+controle, com dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h), com nove repetições por tratamento, sendo a unidade experimental formada por um leitão. A dieta controle era à base de milho e farelo de soja. Nas demais dietas foi substituído 10% da dieta controle por 10% de farinha, correspondente aos diferentes tipos e tempos de armazenamento. O tempo 0 h foi o mesmo para os dois tipos de acondicionamento. As variáveis analisadas foram: coeficiente de digestibilidade da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB); proteína bruta digestível; energia digestível aparente; energia metabolizável aparente; e energia metabolizável aparente corrigida para o nitrogênio. Avaliou-se também a morfometria de órgãos (baço, pâncreas, fígado, coração e rins) e parâmetros sanguíneos. Foi utilizado o teste F global ($P < 0,05$) e análise de regressão polinomial. Foi também realizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises de digestibilidade, as médias dos tratamentos foram comparadas através de contrastes ortogonais (0 h vs 24 h; 0 h vs 48 h; 0 vs 72 h; 24 h vs 48 h; e 48 h vs 72 h) para cada tipo de armazenamento. Os coeficientes de digestibilidade da MS, da PB e das energias não apresentaram diferença ($P > 0,05$) e também nenhum contraste foi significativo ($P > 0,05$). Não houve interação significativa do tipo x tempo de armazenamento para o peso dos órgãos ($P > 0,05$). A atividade da enzima transaminase glutâmica pirúvica (TGP) decresceu com o passar do tempo ($P = 0,0061$). Quando as carcaças estiveram armazenadas ao ambiente, o teor de albumina foi maior ($P = 0,0087$), em comparação com aquelas mantidas sob refrigeração. Com isso, o uso de 10% de farinha de frangos pode ser incorporado sem afetar a digestibilidade, morfometria e parâmetros sanguíneos dos suínos na fase de creche, porém mais trabalhos devem ser desenvolvidos com níveis crescentes de inclusão dessa farinha pra avaliar o limite máximo de inclusão.

Palavras-chave: Digestibilidade; Energia; Morfometria; Parâmetros sanguíneos.

ABSTRACT: A study was conducted to evaluate the feeding of whole poultry carcass meal produced at different times and types of storage to diets of barrows for verifying its digestibility and morphometric parameters of organs and parameters of blood. A total of 72 barrows (average initial weight 25 kg) from a commercial lineage (MS x TOP GEN) were individually allotted to metabolism crates. The study had three trials, repeated in time, with 24 animals, seven days of adaptation and five days of collection each. The barrows were kept in the metabolism crates for 14 days and had the same feeding and management procedures. At the end of each trial all the animals suffered euthanasia and necropsy. A completely randomized block design was used and the blocking was the experimental assay. The barrows were distributed in a 4x2+control factorial, with four times of storage (0, 24, 48 and 72 h) and two types of conditioning (refrigerated and natural) of poultry carcasses, with nine replications per treatment. Each barrow was considered an experimental unity. The control diet was based on corn, soybean meal, vitamins, minerals and amino acids. A total of 10% of whole poultry carcass meal, produced at different types and times of storage, was added to the experimental diets. The initial time (0 h) was the same for the two types of conditioning. The following variables were measured: coefficient of digestibility of dry matter and crude protein; digestible crude protein; digestible energy; apparent metabolizable energy; and apparent metabolizable energy corrected to nitrogen. Morphometry of organs (spleen, pancreas, liver, heart and kidneys) and blood parameters were also evaluated. Global F test ($P < 0.05$) and polynomial regression analysis were used. Analysis of variance was also used and the means were compared with the Tukey test at 5%. For the digestibility analysis the treatment means were compared through orthogonal contrasts (0 h vs 24 h; 0 h vs 48 h; 0 vs 72 h; 24 h vs 48 h; and 48 h vs 72 h) for each type of storage. No significant difference ($P > 0.05$) was found for the digestibility coefficients of dry matter, crude protein and energy, and no contrast was significant neither ($P > 0.05$). Additionally, no significant interaction type x time of storage was found for organ weights ($P > 0.05$). The activity of glutamic pyruvic transaminase (TGP) enzyme reduced as time went by ($P = 0.0061$). The albumin was higher ($P = 0.0087$) for the carcasses stored without refrigeration in comparison to the ones kept under refrigeration. Therefore, the whole poultry carcass meal produced at different times and types of storage showed lower digestibility coefficients and also higher energy levels than the regular poultry feather and viscera meal, and did not affect both morphometry of organs and blood parameters of barrows.

Key words: Digestibility; Energy; Morphometry; Blood parameters.

90 INTRODUÇÃO

91 O Brasil é um dos maiores produtores de aves e de suínos do mundo, e também um dos maiores
92 produtores de rações balanceadas. Isso se deve ao nível elevado da tecnologia aplicada à indústria de aves e de
93 suínos do país, particularmente no que se refere à indústria de rações [1]. Devido a esse crescente aumento de
94 produção, a indústria depara-se com a necessidade de grandes volumes de ingredientes, havendo poucas
95 alternativas à combinação milho e farelo de soja [2].

96 As farinhas de origem animal são alternativas frequentemente usadas, pois asseguram vantagens
97 nutricionais e econômicas na formulação, desde que assegurada a qualidade das mesmas. À medida que aumenta
98 a escala da atividade de produção, também crescem os desafios em relação à destinação dos animais que morrem
99 ao longo do ciclo produtivo, seja por causas naturais, acidentais ou sanitárias [3]. Todavia, a falta de
100 conhecimento científico e de regulamentação oficial no Brasil resulta, muitas vezes, na destinação inadequada
101 desses resíduos da produção, com riscos à saúde pública e dos rebanhos, além da contaminação ambiental.

102 Com isso, a utilização dessas carcaças para a fabricação de farinhas de origem animal aparece como
103 uma alternativa, devido à proteína de origem animal possuir alta digestibilidade [4]. Entretanto, é um tema
104 bastante discutido devido à dificuldade de padronização em função do processo produtivo, dos aspectos
105 econômicos da segurança alimentar e da origem dos resíduos que compõem estas farinhas [5].

106 Diante desse cenário, avaliar a qualidade do produto ao longo do tempo e em condições diferentes de
107 armazenamento e as possíveis reações dos animais que irão se alimentar dessas farinhas se torna indispensável.
108 Assim, o estudo da digestibilidade das farinhas na alimentação de leitões e da morfometria de órgãos desses
109 animais visa identificar se as farinhas levam a uma maior ou menor exigência de órgãos alvo e se influenciam os
110 parâmetros sanguíneos dos animais. A creche é uma fase em que o leitão passa por um período de adaptação a
111 uma nova dieta, ambiente, hierarquia e instalações, o que pode ser motivo de causa de estresse, deixando-os
112 propícios à imunossupressão. Assim, verificar o efeito do fornecimento de farinhas de origem animal na dieta de
113 leitões mais vulneráveis pode vir a ser um bom indicador da qualidade das mesmas.

114 Devido a importância do assunto, novos estudos devem ser realizados para gerar informações
115 complementares, além de comprovar os conhecimentos tradicionais, através da condução de experimentos à
116 nível de campo, permitindo, dessa forma, a geração de novas informações sobre a utilização destas farinhas na
117 alimentação de suínos. Diante do exposto, estudou-se o fornecimento de farinhas de carcaças de aves,
118 submetidas a diferentes tipos e tempos de armazenamento, na alimentação de leitões, avaliando-se a sua
119 digestibilidade, bem como a morfometria de órgãos e parâmetros sanguíneos desses animais.

MATERIAL E MÉTODOS

Local, animais e condições ambientais

O experimento foi realizado na Embrapa Suínos e Aves, localizada na cidade de Concórdia-SC, Brasil, no Setor de Metabolismo de Suínos, no período de agosto a setembro de 2016.

Foram utilizados 72 leitões de uma linhagem comercial (MS x TOP GEN), machos castrados, com peso médio inicial de 25 kg, distribuídos individualmente em gaiolas metabólicas metálicas. As gaiolas possuíam regulagem de altura e largura, comedouro e coletor de urina e fezes. A sala era climatizada, com temperatura média de 22°C.

Desenho experimental

O estudo foi composto por três ensaios, repetidos no tempo, com 24 animais, sete dias de adaptação e cinco dias de coleta cada um. Os leitões permaneceram em gaiolas por 14 dias, submetidos à mesma alimentação e manejo. Ao final de cada ensaio os animais sofreram eutanásia e necropsia.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados (BCC), sendo o bloco estabelecido em função do ensaio experimental. Os leitões foram distribuídos em um esquema fatorial 2x4+controle, com dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h), com nove repetições por tratamento, sendo a unidade experimental formada por um leitão.

Característica das dietas

A dieta controle era à base de milho e farelo de soja. Nas demais dietas (sete dietas) foi substituído 10% da dieta controle por farinha de carcaças de aves submetidas a dois diferentes tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h). O tempo 0 h foi o mesmo utilizado para os dois tipos de acondicionamento.

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais dos suínos nessa fase de criação, conforme Rostagno et al. [6]. A composição centesimal e analisada da dieta experimental é apresentada na tabela 1.

Procedimento experimental

A quantidade de ração fornecida diariamente a cada animal foi calculada com base no peso metabólico ($75 \text{ g/kg}^{0,75}$), na forma umedecida, com o intuito de evitar perdas e facilitar a ingestão. As dietas foram

fornecidas duas vezes ao dia (manhã e tarde). As sobras de ração foram recolhidas, secas e pesadas para a realização do cálculo do consumo de ração.

Os animais foram pesados no início do período de adaptação, de coleta e ao final da coleta. Para determinar o início e o final do período de coleta de fezes, foi adicionado marcador fecal (óxido férrico a 1%) às dietas. As fezes foram coletadas uma vez ao dia, pesadas, acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em *freezer* para evitar fermentação. A urina foi coletada também uma vez ao dia, em baldes plásticos, contendo 20 mL de HCl (diluído na proporção 1:1) para evitar fermentação e perda de nitrogênio. O volume foi completado para 3 L com água destilada, para manter o valor constante para todos os animais, utilizando-se um funil com filtro de gaze para reter as impurezas (pelos e fezes). De cada balde, após homogeneização, foi retirada uma alíquota de 150 mL em um frasco de vidro, sendo armazenado em geladeira (3°C) para posterior análise, de acordo com Sakomura e Rostagno [7].

Ao final da coleta de fezes as amostras foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 72 horas, para análises posteriores.

Variáveis analisadas

Foram realizadas as seguintes análises nas fezes: matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB). Na urina, por sua vez, foram realizadas análises de nitrogênio e EB e, para as dietas e farinhas, foram realizadas as análises dos teores de MS, pré-MS, PB e EB. Todas as análises foram feitas de acordo com Silva e Queiroz [8].

Uma vez obtidos os resultados das análises laboratoriais das dietas, fezes e urina, foi determinado o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e da proteína bruta (CDPB), através da fórmula: $CD (\%) = [(NC - NEx) / NC] \times 100$, em que: NC = quantidade do nutriente consumido e NEx = quantidade do nutriente excretado, conforme metodologia proposta por Sakomura e Rostagno [7]. Para determinar a energia digestível aparente (ED), a energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn), utilizaram-se as equações propostas por Matterson et al. [9].

A análise de morfometria dos órgãos dos animais necropsiados foi realizada ao final de cada ensaio. Os órgãos foram retirados de cada animal e pesados individualmente. Os valores foram anotados em planilhas, separadamente por unidade experimental. Os dados de porcentagem dos órgãos foram obtidos através da relação entre o peso de cada órgão do animal e o seu respectivo peso final. Os órgãos analisados foram: baço, fígado, pâncreas, rins e coração.

Foram também avaliados os seguintes parâmetros sanguíneos dos animais durante a necropsia: ureia (mg/dL), creatinina (mg/dL), transaminase glutâmica oxalacética – TGO (U/L), transaminase glutâmica pirúvica – TGP (U/L) e albumina (g/dL). Para as análises de morfometria e parâmetros sanguíneos foram utilizadas seis repetições, oriundas dos ensaios 2 e 3.

Análise estatística

Foi utilizado o teste F global ($P < 0,05$) e as médias dos tratamentos foram submetidas à análise de regressão polinomial. Foi também realizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises de digestibilidade as médias dos tratamentos foram comparadas por contrastes (0 h vs 24 h; 0 h vs 48 h; 0 h vs 72 h; 24 h vs 48 h e 48 h vs 72 h) para cada tipo de acondicionamento. As análises foram realizadas com o uso do programa Statistix 10 [10].

Aspectos éticos

O protocolo experimental foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas (Parecer 9084/2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso médio dos animais foi de 25 kg ao início do estudo. O grupo controle recebeu a dieta referência (tabela 1) e os demais tratamentos receberam a dieta referência com a substituição por 10% de farinha de acordo com seu respectivo tipo e tempo de armazenamento. Ao final do período experimental, o peso médio dos animais foi de 30 kg, os quais consumiram diariamente, em média, 1 kg de ração. Os animais não apresentaram comportamento anormal, estresse, diarreias e/ou quaisquer distúrbios que levassem a consequências prejudiciais ao seu bem-estar e desempenho durante o período experimental.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS) e da proteína (PB), proteína digestível, energiadigestível aparente (ED), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o nitrogênio (EMAn) das farinhas oriundas das aves mortas em diferentes tipos e tempos de armazenamento, estão apresentados na tabela 2 e o seu comportamento com o passar do tempo, através de equações de regressão, estão apresentados na figura 1.

Em termos gerais, não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre os fatores tipo x tempo de armazenamento em nenhuma das variáveis em estudo. O tipo de armazenamento das carcaças das aves não

influenciou significativamente os coeficientes de digestibilidade e nem tão pouco os valores de energia. As médias obtidas das variáveis foram muito semelhantes, tanto nos diferentes tipos de acondicionamento, como também com o passar do tempo de armazenamento, de zero até 72 horas.

Foram realizados vários contrastes entre os tempos de armazenamento dentro de cada forma de acondicionamento das carcaças, com intuito de verificar se houve diferença nessas variáveis para farinhas produzidas na hora zero, ou seja, imediatamente após as aves serem mortas, com um dia após a morte (24 horas), dois dias (48 horas) e até três dias após sua morte (72 horas). Da mesma maneira, verificou-se através de contrastes se houve diferença de 24 vs 48 horas e de 48 vs 72 horas. Nenhum dos contrastes apresentou diferença significativa ($P>0,05$), o que pode ser explicado provavelmente pela dificuldade de padronização das amostras das farinhas, em função de apresentarem composição bastante variada, gerando como consequência uma alta variabilidade, conforme pode ser verificado pelos elevados valores de coeficientes de variação e desvios padrão obtidos. Embora o estudo tenha sido executado de acordo com procedimentos padronizados e com um número considerável de repetições, as amostras das farinhas, por serem produzidas da carcaça da ave inteira moída, podem ter proporcionado uma variação maior entre as repetições nos tratamentos.

Conforme apresentado na tabela 2, o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CD MS) para farinhas produzidas na hora zero, ou seja, imediatamente após as aves serem mortas foi de 66,9%. E, para o armazenamento ao ambiente, apresentou um valor médio de 66,4% e, sob refrigeração, de 62,4%. O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CD PB) para as farinhas produzidas na hora zero foi de 62,3%. E, para o armazenamento ao ambiente, apresentou um valor médio de 58,5%, e sob refrigeração, de 58,8. Em termos gerais, não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os fatores tipo x tempo de armazenamento para os valores de coeficientes de digestibilidade. Além disso, o tempo não promoveu mudança nas duas variáveis, o que pode ser verificado pela ausência de regressão significativa ($P>0,05$). Do mesmo modo, os contrastes realizados, comparando os diferentes tempos, também não apresentaram diferença entre ambas as formas de acondicionamento.

Tais respostas foram obtidas em leitões com peso médio de 25 kg ingerindo dietas contendo 10% de farinha na sua composição. No entanto, a farinha de penas e vísceras, segundo Rostagno et al. [1], [6], apresenta CD PB médio de 70% e recomendação de inclusão de 2% na dieta prática para fase de crescimento, chegando a um máximo de 4%. Os valores de CD PB obtidos na presente pesquisa foram inferiores aos encontrados sem Rostagno et al. [1] provavelmente porque a farinha em estudo tinha na sua composição além das penas e vísceras, a presença de ossos, cartilagens, bico, unhas, sangue, etc., e teve uma taxa de substituição de 10% (valor maior

do que o encontrado em Rostagno et al. [1]). Embora a taxa de inclusão da farinha às dietas tenha sido acima da recomendação tabulada, buscou-se com esse estudo utilizar um nível prático de inclusão das farinhas, que tem sido utilizado, em média, pelas empresas desse segmento. Contudo, cabe salientar que à medida que diminui a porcentagem de alimento na dieta que está sendo testada ocorre aumento da variabilidade, que pode ser verificada através dos desvios padrão obtidos. Geralmente, a porcentagem de substituição do alimento na dieta teste é de 30 ou 40%. Entretanto, fatores como palatabilidade devem ser considerados, pois a diluição da dieta referência com o alimento teste causa o desbalanceamento nutricional da dieta e, dependendo do alimento, ocorre redução acentuada do consumo [7]. Tal fato pode ter influenciado na redução da digestibilidade dos leitões. Além disso, a redução da digestibilidade da PB pode ser atribuída, também, ao aumento da produção de aminas biogênicas, consequência do aumento na deterioração das carcaças com o passar do tempo (0 às 72 h). Esse aumento na produção de aminas biogênicas também foi encontrado no estudo de Tamim e Doerr [11].

A proteína bruta (PB) digestível das farinhas produzidas na hora zero, ou seja, imediatamente após as aves serem mortas foi de 40,9%. E, para o armazenamento ao ambiente, apresentou um valor médio de 36,4% e, sob refrigeração, de 36,2% (tabela 2). Os valores obtidos foram inferiores aos encontrados em Rostagno et al. [6] de 46% para farinhas de vísceras e penas, devido aos valores de CD PB do estudo terem sido também inferiores.

Os valores de ED, EMA e EMAn estão apresentados na tabela 2. A energia digestível para os tratamentos com dietas contendo farinhas produzidas com carcaças mantidas ao ambiente foi em média de 4009 kcal/kg e de 4042 kcal/kg para as dietas contendo farinhas produzidas com carcaças de aves mantidas sob refrigeração, sendo ambas superiores à ED para farinhas de penas e vísceras, que é de 3568 kcal/kg, segundo [1;6]. O tempo em que as carcaças ficaram armazenadas em câmara fria, portanto sob refrigeração, proporcionou um efeito significativo ($P < 0,05$) na EMA (tabela 2), em que com o aumento do tempo de armazenamento houve uma redução linear significativamente EMA ($P = 0,0484$), demonstrada na figura 1. No entanto, o tempo de armazenamento não influenciou significativamente as demais variáveis. O valor superior pode ser explicado pela adição de 35% de óleo de soja degomado à carcaça moída para a produção das farinhas. Esse nível foi estipulado por testes prévios, que objetivaram definir uma quantidade de óleo suficiente para a realização de um bom cozimento das carcaças, evitando assim a secagem e a queima das mesmas durante o procedimento da produção das farinhas. Os valores de EMA médios das farinhas foram também superiores por provável efeito associativo extra calórico das gorduras aos encontrados por Rostagno et al. [1], com 3551 kcal/kg para o acondicionamento ao ambiente e 3473 kcal/kg sob refrigeração, contra 3262 kcal/kg. A média de EMAn para os tratamentos com farinhas foi de 3360 kcal/kg para o tipo de acondicionamento ao ambiente e de 3188 kcal/kg para sob

refrigeração. A correção pelo balanço de N (EMAn) dos alimentos é medida em diferentes condições e tem por objetivo padronizar os valores de EMA dos alimentos medidos em diferentes condições. O fator de correção proposto por Diggs et al. [12], de 5,45 kcal/g de N, é na atualidade o mais utilizado para estimar a EMAn a partir dos valores de EMA dos alimentos [7]. Porém, em se tratando da determinação de valores de energia de alguns alimentos para leitões, Diggs et al. [12] observaram que a excreção média de energia por grama de N da urina em dietas com no mínimo 35% de PB foi de 6,77 kcal e utilizaram esse valor multiplicando-o pelo balanço de N e subtraindo-o da EM, para a obtenção da EM corrigida. No presente estudo as farinhas produzidas na hora zero, ou seja, imediatamente após a morte das aves apresentaram um valor de 71,2% de PB; as oriundas do acondicionamento ao ambiente, um valor médio de 68,5%; e aquelas mantidas sob refrigeração, de 66,5%. Como todas apresentaram valores superiores a 35% de PB e foram utilizados leitões como unidades experimentais, o valor de correção utilizado nesse estudo foi o de 6,77 kcal/g de N.

Após terem sido avaliados os coeficientes de digestibilidade da MS e da PB e os valores de ED, EMA e EMAn das farinhas, buscou-se também avaliar se a sua inclusão na dieta de leitões em fase de creche poderia acarretar efeitos na morfometria de alguns órgãos vitais desses animais. Os pesos dos órgãos (baço, fígado, pâncreas, rins e coração) estão apresentados na tabela 3, e suas porcentagens em relação ao peso relativo estão presentes nas tabelas 4 e 5.

Em termos gerais, do mesmo modo que para os coeficientes de digestibilidade e valores de energia, não houve interação ($P>0,05$) entre os fatores tipo de acondicionamento x tempo de armazenamento para os pesos dos órgãos (tabela 3), tão pouco para o peso relativo dos mesmos (tabela 4). Da mesma forma, os fatores, isoladamente, não promoveram efeito significativo na morfometria. Com isso, os valores ficaram muito próximos aos encontrados nas farinhas produzidas na hora zero, ou seja, imediatamente após as aves serem mortas ($P>0,05$) e não apresentaram, dessa forma, comportamento linear ou quadrático no decorrer dos tempos de armazenamento (0 a 72h), mantendo-se os valores constantes dentro desse período.

Foram realizados vários contrastes entre os tempos de armazenamento dentro de cada forma de acondicionamento das carcaças, com intuito de verificar se houve diferença nessas variáveis para farinhas produzidas na hora zero, ou seja, imediatamente após as aves serem mortas, com um dia após a morte (24 horas), dois dias (48 horas) e até três dias após sua morte (72 horas) no peso dos órgãos. Da mesma maneira, verificou-se através de contrastes se houve diferença de 24 vs 48 horas e de 48 vs 72 horas. Nenhum deles apresentou diferença significativa ($P>0,05$), o que pode ser explicado provavelmente pelos animais terem iniciado os ensaios experimentais com peso próximo e terem ingerido quantidades semelhantes de ração, apresentando

assim um peso final também semelhante, além do nível de inclusão de 10% nas dietas dos leitões não ter causado toxicidade nos órgãos, mantendo-os com peso similar, por não terem apresentados distúrbios metabólicos de toxicidade.

Na tabela 3, estão apresentados os tratamentos com a inclusão das farinhas e mais o tratamento controle, sem adição de farinha. Nessa tabela, são demonstrados os valores de P para o peso do baço ($P=0,8901$), do pâncreas ($P=0,8267$) e do coração ($P=0,3458$) indicando ausência de diferença estatística. Embora não tenha havido diferença significativa para o peso do fígado ($P=0,0671$) entre as médias dos tratamentos que receberam as farinhas na dieta, houve um aumento numérico em relação ao controle (634,67 g), sendo que para as carcaças que ficaram expostas ao ambiente, o aumento maior foi de 16% para o tempo de armazenamento de 48 h (735,33 g) e de 12% para as expostas ao ambiente no período de 24 a 72 h. Já para as carcaças mantidas sob refrigeração, foi de 17% no tempo de 72 h (745,50 g) e de 16% para as mantidas em ambiente refrigerado no período de 24 a 72 h. De modo semelhante aconteceu para o peso dos rins, que embora não tenha diferido significativamente ($P=0,1476$), apresentou aumento numericamente superior de 10% em relação ao controle (138,33 g) para o mesmo tempo do peso fígado com as carcaças mantidas ao ambiente por 48 h (152,17 g) e de 17% quando mantidas sob refrigeração por 72 h (162,67 g). Houve um aumento de 3% no valor médio do peso dos rins das carcaças expostas ao ambiente no período de 24 a 72 h e de 10% nas carcaças mantidas sob refrigeração no mesmo período.

Na tabela 5, por sua vez, estão apresentados os pesos relativos de órgãos em relação ao peso vivo do animal e em comparação ao tratamento controle (que não teve a inclusão de farinha na dieta). Os valores demonstraram semelhança de comportamento com os apresentados na tabela 4, sendo que o peso relativo dos leitões que receberam dietas contendo farinha cujas carcaças foram mantidas sob refrigeração por diferentes períodos (24, 48 e 72 h), com média de 0,52%, foram 13% superiores aos dos leitões que receberam a dieta controle (0,46%), embora não tenha tido diferença significativa ($P = 0,0999$). De modo semelhante, a diferença não foi significativa para o peso relativo de baço ($P = 0,8068$), de pâncreas ($P = 0,6113$) e de coração ($P = 0,1635$). Por outro lado, a diferença foi significativa para o peso relativo do fígado ($P=0,0219$), sendo que os leitões que receberam as dietas contendo farinhas mantidas sob refrigeração em diferentes tempos (24, 48 e 72 h) diferiram dos leitões que foram alimentados com a dieta controle, sem dição de farinhas ($P<0,05$). Por outro lado, o peso relativo do fígado dos animais que foram alimentados com dietas contendo farinhas mantidas ao ambiente pelos mesmos períodos, não diferiu dos que foram alimentados com a dieta controle ($P>0,05$). Numericamente, os valores do peso relativo do fígado dos leitões alimentados com dietas contendo farinha

proveniente das carcaças mantidas sob refrigeração foram superiores aos dos leitões alimentados com dietas cujas farinhas foram oriundas das carcaças mantidas ao ambiente. Os pesos dos órgãos podem variar de acordo com o consumo de energia e/ou proteína [13], devido a uma exigência do órgão para metabolização e por consequência resultaria em hipertrofia. Gomes et al. [14] relataram que maiores pesos dos órgãos do sistema digestivo e órgãos não digestivos, bem como o maior comprimento do intestino delgado em leitões, podem afetar negativamente a eficiência alimentar, uma vez que o animal utiliza, para a sua manutenção, a energia que seria destinada à produção. O que não foi encontrado nesse estudo, pois os pesos dos órgãos foram iguais estatisticamente ($P>0,05$) na hora zero, ou seja, farinha produzida imediatamente à morte das aves e não apresentaram diarreias, problemas digestivos e queda no consumo das dietas. Embora, não estatisticamente, houve um aumento numérico do peso do fígado de 43 g na hora zero de produção das farinhas (702 g) para o tempo de 72 h (745 g) de armazenamento das carcaças sob refrigeração. Da mesma forma, houve um aumento numérico de 5g peso do pâncreas do tratamento de 0 h (66 g) em relação ao tempo de 72 h de armazenamento ao ambiente (71 g) visto que o fígado é o local de degradação de aminoácidos, metabolismo de nitrogênio e glicerol [15] e são órgãos com uma grande quantidade enzimática (tabela 3).

Junto aos dados de morfometria, buscou-se também, avaliar alguns parâmetros sanguíneos dos leitões em estudo, visando observar se houve toxicidade renal através dos níveis de ureia e creatinina e também para fazer uma avaliação hepática através dos níveis de transaminase glutâmica oxalacética (TGO), transaminase glutâmica pirúvica (TGP) e albumina. Esses dados estão apresentados nas tabelas 6 e 7.

Não houve interação significativa ($P>0,05$) dos fatores tipo x tempo de armazenagem das carcaças das aves para a fabricação das farinhas em nenhum dos parâmetros sanguíneos. Para o tempo de armazenamento dessas carcaças de 0 a 72 horas não foi significativo ($P>0,05$) para ureia, creatinina, TGO e para albumina, e apresentou significância ($P=0,0061$) para a TGP. Em relação à forma de armazenamento das carcaças (ambiente e refrigerado) não foi verificada significância ($P>0,05$) para ureia, creatinina, TGO e TGP e foi estatisticamente significativa ($P=0,0087$) para a albumina (tabela 7). Esses valores também foram encontrados na tabela 8, onde se comparou os tratamentos com as farinhas com um tratamento controle sem a inclusão de farinha. Os valores de TGP foram inferiores no tempo de 72 h, tanto para as carcaças mantidas ao ambiente (60,50 U/L) como também para as mantidas sob refrigeração (62,68 U/L), em relação ao tratamento controle (78,50 U/L), mostrando que com o passar do tempo de armazenamento houve uma queda no nível de TGP. Para a albumina, houve diferença estatística ($P=0,0406$) entre os tratamentos, sendo que o tratamento com 48 h, das carcaças expostas ao ambiente, apresentou a maior média (3,73 g/dL), diferente do tempo de 72 h sob refrigeração (3,26

g/dL) com a menor média e estatisticamente igual aos demais tratamentos. A albumina é uma proteína produzida no fígado. Ela tem muitas funções, mas a mais importante é a de manter constante o nível de líquido nos vasos sanguíneos. A albumina, medida no sangue, deve representar de 50 a 60% das proteínas plasmáticas. O seu aumento acima do recomendado provoca sobrecarga no trabalho do sistema cardiovascular e, quando há falta desta proteína, a água do plasma se desloca para o espaço intersticial e provoca os inchaços e edemas, o que dificulta de modo significativo o trabalho do sistema renal, de depuração. As farinhas oriundas das carcaças das aves substituídas a 10% na dieta não proporcionaram toxicidade hepática nos animais. Assim, apresentaram níveis dentro da normalidade [16].

A ureia não foi afetada significativamente pelos tratamentos, sendo que ela é alterada com o ritmo circadiano, quantidade e qualidade de proteína da dieta, absorção e hidratação [17]. Os animais em estudo tiveram disponibilidade de proteína na dieta muito semelhante e não apresentaram nenhum problema de absorção e/ou hidratação, portanto, podendo ser explicado o motivo dos valores não serem alterados em relação ao tempo de 0 h. A creatinina, por sua vez, tem relação com o estresse, sendo este um fator que poderia causar diminuição da perfusão renal, provocando aumento da creatinina [18]. Como no estudo os animais não sofreram nenhum tipo de estresse, os valores obtidos ficaram dentro da normalidade (0,5 a 2,5 mg/dL) [17]. O valor de TGP foi decrescendo com o passar do tempo, de 79,92 U/L com 24 h para 62,58 U/L com 72 horas. Em dano hepático leve, a forma predominante no soro é a citoplasmática (TGP), enquanto que em lesões graves há liberação da enzima mitocondrial (TGO), elevando a relação TGO/TGP [19]. No estudo houve um aumento numérico maior de TGP da 0 hora (66,33 U/L) para 24 h após o armazenamento das carcaças (79,92 U/L) e depois os valores diminuíram, não manifestando assim uma lesão mais grave. Para a albumina houve diferença significativa na forma de armazenamento ($P=0,0087$), sendo que as carcaças armazenadas ao ambiente apresentaram valor superior (3,55 g/dL) às que estiveram mantidas sob refrigeração (3,33 g/dL). Não houve, portanto, grandes aumentos de albumina no metabolismo hepático dos leitões e os índices se mantiveram dentro da normalidade (2,7 a 5,0 g/dL) [16] (tabela 6).

Diante dos resultados apresentados no estudo, pode-se ter uma informação a respeito da substituição de farinhas oriundas de carcaças de aves com até três dias após a morte, mantidas ao ar livre ou em refrigeração, na alimentação animal. A substituição estabelecida, de 10% na dieta, visou aproximar-se da realidade das fábricas de rações, sendo que para animais em fase de crescimento, segundo Rostagno et al.[1], recomenda-se um valor máximo de 4%. Mesmo assim, nas condições experimentais em que foi realizado esse estudo, as farinhas se mostraram eficazes na digestibilidade e não apresentaram alterações negativas nos órgãos e nos parâmetros

sanguíneos dos leitões. Cabe salientar que é preciso fazer outras análises complementares nesse tipo de material, visando uma maior qualidade nutricional, sanitária e toxicológica, permitindo assim obter-se uma maior segurança sobre a qualidade desse produto. De mesmo modo, se torna interessante a realização de mais estudos em nível de campo, com um maior tempo de exposição dos animais a esse material e sua utilização em outras fases de criação, buscando-se, dessa forma, sanar todas as dúvidas pertinentes à inclusão ou não de farinhas oriundas de animais que morrem naturalmente na granja até três dias na alimentação dos suínos.

CONCLUSÃO

O uso de 10% de farinhas oriundas de aves mortas até 72 horas podem ser incorporados às dietas sem afetar a digestibilidade, morfometria e parâmetros sanguíneos dos suínos na fase de creche, porém mais trabalhos devem ser desenvolvidos com níveis crescentes de inclusão dessa farinha pra avaliar o limite máximo de inclusão.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Suínos e Aves e à Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) pela parceria na realização da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

1. Rostagno HS, Albino LFT, Hannas MI, Donzele JL, Sakomura NK, Perazzo FG, Saraiva A, Teixeira ML, Rodrigues PB, Oliveira RF, Barreto SLT, Brito CL. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG:UFV, DZO 2017; 4 ed: 488p.
2. Bellaver C, Costa CAF, Avila VS, Fraha M, Lima GJMM, Hackenhar L, Baldi P. Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte. Ciência Rural 2005; 35: 671-677.
3. Krabbe LE, Wilbert CA. Os passivos das cadeias de produção de proteína animal - animais mortos. Avicultura Industrial 2016; 1251ed: 24-31.
4. Hamilton CR, Kirstein D, Breitmeyer RE. The rendering industry's biosecurity contribution to public and animal health. In: Meeker DL. Essential Rendering. Arlington: National Renderers Association 2006; 1ed: 71-94.

- 421 5. Bellaver, C. Uso de resíduos de origem animal na alimentação de frangos de corte. In: Simpósio Brasil Sul de
422 Avicultura, 2002. Anais... Chapecó: ACAV-EMBRAPA, 2002; 6-22.
- 423 6. Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT,
424 Euclides RF. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa,
425 MG: UFV, DZO 2011; 3 ed: 252p.
- 426 7. Sakomura NK, Rostagno HS. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Funep, Jaboticabal, Brasil
427 2007.
- 428 8. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de Alimentos – Métodos Químicos e Biológicos. Viçosa: Universidade Federal
429 de Viçosa 2004; 235p.
- 430 9. Matterson LD, Potterl M, Stutz MW. Themetabolizable energy of feed ingredients for chickens.Storrs: The
431 University of Connecticut, Agricultural Experiment Station 1965: 11p.
- 432 10. STATISTIX 10. Analytical Software PO Box 12185, Tallahassee, FL 32317 2016.
- 433 11. Tamim NM, Doerr JA. Effect of Putrefaction of Poultry Carcasses Prior to Rendering on Biogenic Amine
434 Production..JournalofAppliedPoultryResearch 2003; 12: 456-460.
- 435 12. Diggs BG, Becker DE, Jensen AH et al..Energy value of various feeds for the young pig.J. Anim. Sci. 1965;
436 24: 555-558.
- 437 13. Pluske JR, Hampson DJ, Williams IH. Factors influencing the structure and function of the small intestine in
438 the weaned pig: a review. LivestockProductionSciences 1997; 51: 215-236.
- 439 14. Gomes JDF, Putrino SM, Martelli MR, Ishi M de P, Sobral PJA, Fukushima RS. Morfologia de órgãos
440 digestivos e não digestivos de suínos de linhagens modernas durante as fases de crescimento, terminação e
441 pósterminação. Acta Scientiarum Animal Science 2007; 29(3): 261-266.
- 442 15. Rocha LO, Silva JL, Rodrigues CPF, Mascarenhas AG, Nunes RC. Glicerina bruta nas rações para leitões na
443 fase de creche. Cienc. Anim. Bras. 2016; 17(1): 51-59. doi: 10.1590/1089-6891v17i126479
- 444 16. Alessandro. Albumina alta e bassa: valoridiriferimento. Analisisdel Sangue. Disponível em:
445 <https://www.analisidelsangue.net/albumina-alta-bassa/>. Acesso em: 06/02/2018.
- 446 17. Kormann RB, Moreira H, Crescente G, Foggiaatto JA.Estudo experimental da biocompatibilidade de novo
447 material para implante orbitário. Arq Bras Oftalmol 2013; 76(3): 141-146.
- 448 18. Jenkins JR. Evaluation of the rabbit urinary tract. J Exotic Pet Med. 2010; 19(4): 271-279.

449 19. Ribeiro JN, Oliveira TT, Nagem TJ, Ferreira Junior DB, Pinto AS. Avaliação dos parâmetros sanguíneos de
450 hepatotoxicidade em coelhos normais submetidos a tratamento com antocianina e antocianina + naringenina. Ver
451 Bras Anal Clin [Internet]; 2006.

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

Tabela 1- Composição nutricional da dieta referência para suínos

Ingrediente	%
Milho, grão	55,21
Farelo de soja, 45% PB	31,40
Açúcar	5,00
Núcleo ¹	5,00
Óleo de soja	3,00
DL-metionina	0,06
L-lisina	0,02
Antioxidante ²	0,01
Acidificante ³	0,30
Total	100
Composição nutricional	
EMA, kcal/kg	3284
Proteína bruta, %	18,16
Fósforo disponível, %	0,111
Fósforo total, %	0,397
Cálcio, %	0,846
Arginina digestível, %	1,170
Lisina digestível, %	1,003
Metionina digestível, %	0,348
Metionina+cistina digestível, %	0,572

¹Níveis de garantia por kg: ácido benzoico: 37,40 g; ácido cítrico: 4100,08 mg; ácido fólico: 16,50 mg; ácido pantotênico: 360,80 mg; *Bacillus licheniformis*: 12,8 x 10⁹ UFC; *Bacillus subtilis*: 12,80 x 10⁹ UFC; biotina: 2,70 mg; cálcio (máx): 165,60 g; clorohidroxiquinolona: 2400 mg; cobre: 4000 mg; etoxiquim: 200 mg; ferro: 1911,50 mg; fitase: 10000 U; fósforo: 39,53 g; glucanase: 3040 U; Iodo: 24 mg; lisina: 43,50 g; manganês: 1197,31 mg; metionina: 30g; niacina: 750 mg; selênio: 7 mg; sódio: 39,40 g; treonina: 21 g; vit. A: 239000 UI; vit. B₁: 36,08 mg; vit. B₁₂: 479 mcg; vit. B₂: 102,08 mg; vit. B₆: 70 mg; vit. D₃: 42000 UI; vit. E: 580 UI; vit. K₃: 68 mg; xilanase: 24400 U; zinco: 3800 mg.

²BHT®: 99% de pureza.

³Níveis de garantia por kg do Oligoacid®: 230 g de ácido fórmico, 150 g de ácido propiônico e 97 g de ácido láctico.

Tabela 2 – Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e valores de energias (média±desvio padrão) de farinhas de carcaças de aves submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) para leitões com peso médio de 25 kg

Nutrientes*	Tipo	Tempo, horas				Média***	CV,%	P				
		0	24	48	72			Tempo	Tipo	Tempo x Tipo	Linear	Quadrática
<i>CD MS, %</i>	Amb	66,9±12,9	67,2±14,3	63,8±12,9	68,2±9,0	66,4	21,07	0,8366	0,3738	0,8804	0,9581	0,6662
	Ref	66,9±12,9	60,4±17,2	62,8±17,9	64,1±9,8	62,4					0,7823	0,4305
<i>CD PB, %</i>	Amb	62,3±6,6	59,3±20,7	53,2±6,9	62,9±15,2	58,5	23,56	0,8050	0,9504	0,4956	0,9510	0,2894
	Ref	62,3±6,6	54,9±15,5	63,3±16,2	58,3±10,3	58,8					0,9175	0,9117
<i>PB digestível**, %</i>	Amb	40,9±4,3	36,5±11,6	33,8±4,4	38,9±8,3	36,4	20,46	0,2848	0,9308	0,7472	0,7358	0,1521
	Ref	40,9±4,3	33,8±9,5	37,5±6,4	37,2±6,6	36,2					0,6729	0,2726
<i>ED, Kcal/Kg</i>	Amb	4275,1±572,9	4006,5±725,7	4026,8±573,2	3995,2±495,5	4009,5	13,93	0,3453	0,8631	0,8706	0,3762	0,5649
	Ref	4275,1±572,9	3915,0±636,9	4261,0±415,1	3951,5±483,9	4042,5					0,4359	0,8584
<i>EMA, Kcal/Kg</i>	Amb	3969,3±393,0	3530,9±645,9	3605,3±543,6	3517,2±538,0	3551,3	13,83	0,0376	0,6518	0,9708	0,1649	0,3677
	Ref	3969,3±393,0	3513,9±529,0	3438,0±493,8	3467,1±406,4	3473,0					0,0484	0,1549
<i>EMAn, Kcal/Kg</i>	Amb	3530,3±527,6	3260,8±627,9	3497,2±443,6	3322,9±455,6	3360,3	15,14	0,3287	0,3249	0,8534	0,6164	0,7280
	Ref	3530,3±527,6	3171,7±560,5	3171,3±485,7	3221,0±344,0	3188,0					0,2388	0,2388

*Base em matéria natural; **PB digestível = PB farinha x CD PB/100; *** Média dos valores dos tempos de 24 a 72 horas; MS= Matéria seca; PB= Proteína bruta; ED= Energia digestível; EMA= Energia metabolizável aparente; EMAn= Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio; Amb: Tipo de acondicionamento ambiente; Ref: Tipo de acondicionamento refrigerado; CV: Coeficiente de variação; P: Probabilidade de significância.

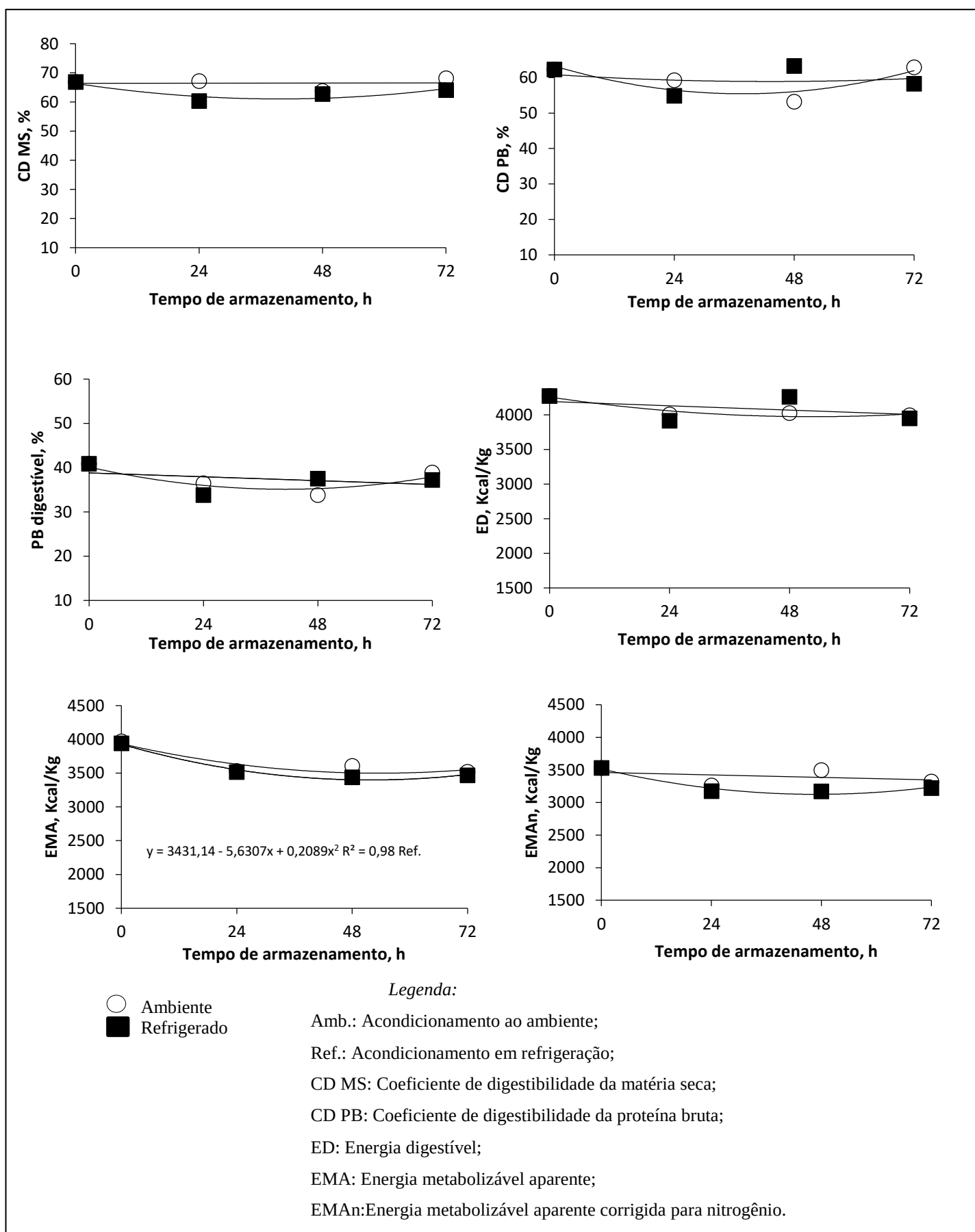


Figura 1. Comportamento das médias dos nutrientes nos diferentes tipos de acondicionamento e tempos de armazenamento.

Tabela 3 – Peso dos órgãos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 10% de farinha de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle

Órgão	Tipo	Controle	Tempo, horas				Média*	CV, %	P				
			0	24	48	72			Tempo	Tipo	Tempo x Tipo	Linear	Quadrática
<i>Baço, g</i>	Amb	54,00±7,84	51,67±37,31	50,17±7,52	53,67±7,06	53,50±7,87	52,45	15,83	0,6445	0,3367	0,8932	0,4995	0,8261
	Ref		51,67±37,31	54,50±9,20	57,83±9,93	54,50±11,64	55,61					0,4966	0,4333
<i>Fígado, g</i>	Amb	634,67±41,98	701,83±60,37	708,33±74,55	735,33±75,95	691,00±71,21	711,55	8,39	0,5577	0,3205	0,6679	0,9659	0,3835
	Ref		701,83±60,37	720,50±92,33	738,67±81,16	745,50±85,84	734,89					0,3010	0,8560
<i>Pâncreas, g</i>	Amb	66,83±18,10	66,00±21,51	60,33±10,31	67,83±14,47	71,17±15,42	66,44	17,69	0,8947	0,9219	0,4687	0,4254	0,4901
	Ref		66,00±21,51	67,83±17,00	66,83±12,01	63,33±9,62	66,00					0,7464	0,6746
<i>Rins, g</i>	Amb	138,33±12,27	145,17±13,17	147,00±16,41	152,17±20,49	151,83±15,64	150,33	10,44	0,2720	0,1252	0,8118	0,3955	0,8720
	Ref		145,17±13,17	158,17±16,53	159,00±11,08	162,67±22,21	159,95					0,0785	0,4831
<i>Coração, g</i>	Amb	122,83±10,11	135,67±18,07	129,00±8,92	129,33±5,50	123,83±14,43	127,39	10,64	0,2901	0,5237	0,5080	0,1287	0,9100
	Ref		135,67±18,07	122,67±11,20	137,50±20,71	132,33±8,45	130,83					0,8691	0,5579

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); * Média dos tempos de 24 a 72 horas; Amb: Tipo de acondicionamento ambiente; Ref: Tipo de acondicionamento refrigerado; CV: Coeficiente de variação; P: Probabilidade de significância 5%. N=6.

Tabela 4 – Peso relativo dos órgãos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 10% de farinha de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle

Órgão	Tipo	Controle	Tempo, horas				Média*	CV, %	P				
			0	24	48	72			Tempo	Tipo	Tempo x Tipo	Linear	Quadrática
<i>Baço, %</i>	Amb	0,18±0,03	0,17±0,03	0,16±0,03	0,17±0,03	0,18±0,03	0,17	14,73	0,6988	0,3559	0,6988	0,5563	0,7313
	Ref		0,17±0,03	0,18±0,02	0,19±0,03	0,17±0,03	0,18					0,6794	0,2733
<i>Fígado, %</i>	Amb	2,10±0,08	2,28±0,14	2,30±0,19	2,35±0,14	2,27±0,14	2,31	6,26	0,4575	0,1898	0,8586	0,9778	0,4118
	Ref		2,28±0,14	2,37±0,16	2,40±0,12	2,37±0,13	2,38					0,2545	0,2644
<i>Pâncreas, %</i>	Amb	0,22±0,05	0,21±0,06	0,19±0,02	0,22±0,04	0,23±0,04	0,21	16,06	0,9413	0,9400	0,2548	0,3272	0,3166
	Ref		0,21±0,06	0,22±0,04	0,22±0,02	0,20±0,02	0,21					0,5557	0,4722
<i>Rins, %</i>	Amb	0,46±0,03	0,47±0,05	0,48±0,03	0,48±0,05	0,50±0,05	0,49	9,15	0,2451	0,0697	0,6272	0,2788	0,8007
	Ref		0,47±0,05	0,52±0,04	0,52±0,05	0,52±0,04	0,52					0,1432	0,1609
<i>Coração, %</i>	Amb	0,41±0,04	0,44±0,06	0,42±0,05	0,41±0,02	0,41±0,03	0,41	7,60	0,1198	0,3840	0,2959	0,1678	0,7589
	Ref		0,44±0,06	0,41±0,03	0,45±0,05	0,42±0,03	0,43					0,8522	0,7822

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); * Média dos valores dos tempos de 24 a 72 horas; Amb: Tipo de acondicionamento ambiente; Ref: Tipo de acondicionamento refrigerado; CV: Coeficiente de variação; P: Probabilidade de significância 5%. N=6.

Tabela 5 – Peso relativo dos órgãos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 10% de farinha de carcaças de aves submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle

Tratamento	% dos órgãos				
	Baço	Fígado	Pâncreas	Rins	Coração
Controle	0,18±0,03	2,10±0,08b	0,22±0,05	0,46±0,03	0,41±0,04
0 h	0,17±0,03	2,28±0,14ab	0,21±0,06	0,47±0,05	0,44±0,06
Ambiente					
24 h	0,16±0,03	2,30±0,19ab	0,19±0,02	0,48±0,03	0,42±0,05
48 h	0,17±0,03	2,35±0,14ab	0,22±0,04	0,48±0,05	0,41±0,02
72 h	0,18±0,03	2,27±0,14ab	0,23±0,04	0,50±0,05	0,41±0,03
Média**	0,17	2,31	0,21	0,49	0,41
Refrigerado					
24 h	0,18±0,02	2,37±0,16 ^a	0,22±0,04	0,52±0,04	0,41±0,03
48 h	0,19±0,03	2,40±0,12 ^a	0,22±0,02	0,52±0,05	0,45±0,05
72 h	0,17±0,03	2,37±0,13 ^a	0,20±0,02	0,52±0,04	0,42±0,03
Média	0,18	2,38	0,21	0,52	0,43
CV, %	14,41	6,16	15,06	8,84	7,34
P*	0,8068	0,0219	0,6113	0,0999	0,1635

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste Tukey (p≤0,05); *P = Probabilidade ao nível de significância de 5% (P<0,05);** Média dos valores dos tempos de 24 a 72 horas; CV: Coeficiente de variação; N=6.

Tabela 6 – Parâmetros sanguíneos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 10% de farinha de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle

Parâmetro sanguíneo	Tipo	Controle	Tempo, horas				Média	CV, %	P				
			0	24	48	72			Tempo	Tipo	Tempo x Tipo	Linear	Quadrática
Ureia, mg/dL	Amb	24,83±8,68	28,17±20,17	34,50±17,07	32,83±11,91	34,33±18,48	32,46	41,86	0,7334	0,5407	0,8069	0,5817	0,7285
	Ref		28,17±20,17	26,67±11,41	34,83±17,78	30,83±12,42	30,12					0,5701	0,8473
	Média		28,17	30,58	33,83	32,58							
Creatinina, mg/dL	Amb	1,04±0,16	1,01±0,14	1,11±0,19	1,06±0,19	1,01±0,23	1,05	10,27	0,6243	0,4370	0,5607	0,8887	0,3655
	Ref		1,01±0,14	1,03±0,16	1,01±0,08	1,05±0,17	1,02					0,7220	0,8486
	Média		1,01	1,07	1,03	1,03							
TGO, U/L	Amb	113,50±17,26	96,83±22,10	89,67±14,58	92,83±20,24	87,50±15,55	91,71	21,29	0,6670	0,3598	0,7216	0,4499	0,9024
	Ref		96,83±22,10	87,33±20,23	103,00±13,71	101,17±34,16	97,08					0,5066	0,6962
	Média		96,83	88,50	97,92	94,33							
TGP, U/L	Amb	78,50±12,52	66,33±9,09	73,00±11,12	77,00±8,58	60,50±6,71	69,21	13,01	0,0061	0,8984	0,7500	0,4973	0,0050
	Ref		66,33±9,09	70,83±11,29	73,67±13,26	64,68±11,96	68,87					0,9193	0,1578
	Média		66,33ab	79,92ab	75,33a	62,58b							
Albumina, g/dL	Amb	3,39±0,30	3,37±0,36	3,62±0,25	3,73±0,34	3,49±0,29	3,55A	6,79	0,0851	0,0087	0,4574	0,4192	0,0680
	Ref		3,37±0,36	3,38±0,30	3,44±0,28	3,26±0,42	3,37B					0,6758	0,4863
	Média		3,37	3,50	3,59	3,38							

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); Amb: Tipo de acondicionamento ambiente; Ref: Tipo de acondicionamento refrigerado; TGO=transaminase glutâmica oxalacética; TGP=transaminase glutâmica pirúvica; CV: Coeficiente de variação; P: Probabilidade de significância 5%. N=6.

Tabela 7– Parâmetros sanguíneos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 10% de farinha de carcaças de aves submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle

Tratamento	Parâmetros sanguíneos				
	Ureia, mg/dL	Creatinina, mg/dL	TGO, U/L	TGP, U/L	Albumina, g/dL
Controle	24,83±8,68	1,04±0,16	113,50±17,26	78,50±12,52	3,39±0,30ab
0 h	28,17±20,17	1,01±0,14	96,83±22,10	66,33±9,09	3,37±0,36ab
Ambiente					
24 h	34,50±17,07	1,11±0,19	89,67±14,58	73,00±11,12	3,62±0,25ab
48 h	32,83±11,91	1,06±0,19	92,83±20,24	77,00±8,58	3,73±0,34a
72 h	34,33±18,48	1,01±0,23	87,50±15,55	60,50±6,71	3,49±0,29ab
Média**	33,89	1,06	90,00	70,17	3,61
Refrigerado					
24 h	26,67±11,41	1,03±0,16	87,33±20,23	70,83±11,29	3,38±0,30ab
48 h	34,83±17,78	1,01±0,08	103,00±13,71	73,67±13,26	3,44±0,28ab
72 h	30,83±12,42	1,05±0,17	101,17±34,16	64,68±11,96	3,26±0,42b
Média	30,78	1,03	97,17	69,73	3,36
CV, %	38,49	10,13	20,26	13,86	6,87
P*	0,7166	0,7499	0,2774	0,0346	0,0406

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste Tukey (p≤0,05); *P = Probabilidade ao nível de significância de 5% (P<0,05); ** Média dos valores dos tempos de 24 a 72 horas; TGO=transaminase glutâmica oxalacética; TGP=transaminase glutâmica pirúvica; CV: Coeficiente de variação; N=6.

7. ARTIGO 3

Óleos de aves mortas na alimentação de leitões em fase de creche

Artigo formatado de acordo com as normas da revista *Asian Australasian Journal of Animal Science*

Óleos de aves mortas na alimentação de leitões em fase de creche

Débora Aline *Alves*¹, Everton Luis *Krabbe*², Eduardo Gonçalves *Xavier*^{3*}

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Zootecnia, Pelotas, RS, 96010-610, Brasil. Bolsista de Doutorado da CAPES. E-mail: deboraalinealves@yahoo.com.br

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, 89700-000, Brasil. E-mail: everton.krabbe@embrapa.br

³ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Zootecnia, Pelotas, RS, 96010-610, Brasil. E-mail: egxavier@yahoo.com

*Eduardo Gonçalves Xavier. Tel: +55-53-3275 7273, Cel: +55-53-8134 1004, E-mail: egxavier@yahoo.com

Óleos de carcaças de aves na alimentação de leitões

RESUMO: Foi avaliado o fornecimento de óleos oriundos de carcaças de aves, produzidos em diferentes sistemas e tempos de armazenamento, na alimentação de leitões em fase de creche para estudar o teor energético e oxidativo dos óleos, além de parâmetros sanguíneos e morfométricos de órgãos dos suínos. Foram utilizados 72 leitões de uma linhagem comercial (MS x TOP GEN), machos castrados, com peso inicial médio de 27 kg, distribuídos individualmente em gaiolas metabólicas metálicas. O estudo foi composto por três ensaios, repetidos no tempo, com 24 animais, sete dias de adaptação e cinco dias de coleta cada um. Os leitões permaneceram em gaiolas por 14 dias, submetidos à mesma alimentação e manejo. Ao final de cada ensaio os animais sofreram eutanásia e necropsia. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados (BCC), sendo o bloco realizado em função do ensaio experimental. Os leitões foram distribuídos em um esquema fatorial 2x4+controle, com dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e a quatro tempos de armazenamento das carcaças (0, 24, 48 e 72 h) para posterior extração dos óleos das mesmas, com nove repetições por tratamento, sendo a unidade experimental formada por um leitão. A dieta referência (controle) era à base de milho e farelo de soja. Nas demais dietas (sete dietas) foi substituído 3% da dieta referência pelo óleo oriundo das carcaças das aves. As variáveis analisadas nos óleos foram: energia digestível e metabolizável aparente; e teores oxidativos, através de análises do índice de acidez e de peróxidos, e ácido tiobarbitúrico. Nos animais foram realizadas análises da morfometria de órgãos (baço, pâncreas, fígado, coração e rins) e parâmetros sanguíneos (ureia, creatinina, transaminase glutâmica oxalacética (TGO), transaminase glutâmica pirúvica (TGP) e albumina). Foi utilizado o teste F global ($P < 0,05$) e as médias foram submetidas à análise de regressão polinomial. Foi também realizada a análise de variância dos tratamentos e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises de energia digestível e metabolizável aparente as médias dos tratamentos foram comparadas através de contrastes. Houve redução da energia devido ao tipo de acondicionamento e ao tempo. Não houve interação significativa tipo x tempo de armazenamento em relação ao peso dos órgãos. O peso relativo de rins foi significativo ($P = 0,0587$) apresentando diferença entre o tempo de 48 h sob refrigeração (0,50%) e o controle (0,43%). Os parâmetros sanguíneos não apresentaram diferença significativa para nenhuma das variáveis avaliadas. Os valores de TGP tiveram uma tendência a serem inferiores no tempo de 72 h, tanto para o óleo extraído de carcaças mantidas ao ambiente (73,78 U/L) como para o extraído daquelas mantidas sob refrigeração (75,56 U/L), em relação ao tratamento controle (93,44 U/L), demonstrando que com o passar do tempo de armazenagem provocou queda no nível de TGP. Com isso, o uso de 3% de óleos oriundos de carcaças de aves armazenadas até 72 horas podem ser incorporados sem afetar a morfometria dos órgãos, com exceção do peso relativo dos rins, e nem os parâmetros

sanguíneos dos animais, porém devem ser consideradas as perdas energéticas com o passar do tempo, além do desenvolvimento de mais estudos com níveis crescentes de inclusão desse óleo pra avaliar o limite máximo de inclusão.

Palavras-chave: Energia; Morfometria; Oxidação; Parâmetros sanguíneos.

ABSTRACT: This study evaluated the feeding of oils produced from whole poultry carcass at different systems and times of storage for weaned pigs to study the energetic and oxidative levels of oils, along with morphometric parameters of organs and parameters of blood. A total of 72 barrows (average initial weight 27 kg) from a commercial lineage (MS x TOP GEN) were individually allotted to metabolism crates. The study had three trials, repeated in time, with 24 animals, seven days of adaptation and five days of collection each. The barrows were kept in the metabolism crates for 14 days and had the same feeding and management procedures. At the end of each trial all the animals suffered euthanasia and necropsy. A completely randomized block design was used and the blocking was the experimental assay. The pigs were distributed in a 4x2+control factorial, with four times of storage (0, 24, 48 and 72h) and two types of conditioning (refrigerated and natural) of poultry carcasses, with nine replications per treatment. Each animal was considered an experimental unity. The control diet was based on corn, soybean meal, vitamins, minerals and amino acids. A total of 3% of oil was added to the experimental diets. The following analyses were carried out for measuring the quality of oil: digestible and apparent metabolizable energy; and oxidative content (acid and peroxide index, and thiobarbituric acid). Morphometry of organs (spleen, pancreas, liver, heart and kidneys) and blood parameters (urea, creatinine, glutamic oxaloacetic transaminase (GOT), glutamic pyruvic transaminase (GPT), and albumin) of the pigs were also analyzed. Global F test ($P<0.05$) and polynomial regression analysis were used. Analysis of variance was also used and the means were compared with the Tukey test at 5%. For the analysis of digestible and apparent metabolizable energy the treatment means were compared through orthogonal contrasts for each type of storage. A reduction of the energy due to the procedure and time was observed. No significant interaction type vs time of storage was observed for the organs weight. The relative weight of kidneys was significant ($P=0.0587$) and showed difference between the time of 48h under refrigeration (0.50%) and the control (0.43%). Blood parameters did not show significant difference for any of the variables measured. GPT values were numerically lower at 72h for both the oil produced from carcass stored at the natural environment (73.78 U/L) and the oil produced from carcass stored under refrigeration (75.56 U/L), in relation to the control (93.44 U/L). A drop in the GPT was observed as time of storage went by. Therefore, oils produced from whole poultry carcasses subjected to different times and types of storage presented losses of energy values but did not alter both the morphometric data of pigs' organs, with the exception of kidneys, and blood parameters.

Key words: Energy; Morphometry; Oxidation; Blood parameters.

121 INTRODUÇÃO

122 O Brasil ocupa posição relevante no que se refere à produção mundial de proteína de origem animal.
123 Esse resultado é fruto de um longo trabalho de desenvolvimento, modernização e intensificação dos setores
124 pecuários. O setor avícola brasileiro é atualmente o 2º maior produtor mundial de carne de frango, com cerca de
125 13.146 mil toneladas/ano e o maior exportador mundial desse segmento, com uma média de 4.304 mil
126 toneladas/ano [1]. Devido ao crescente aumento na produção avícola, as indústrias encontraram soluções para o
127 grande montante de resíduos gerados, como por exemplo, vísceras, penas, gordura, ossos, sangue, entre outros,
128 destinando-os para a produção de farinhas e de gordura. Esses produtos gerados têm por finalidade serem
129 utilizados na elaboração de dietas para animais. As proteínas animais são uma valiosa classe de ingrediente para
130 os nutricionistas de animais, porque possuem alta digestibilidade, e não contêm fatores antinutricionais [2]. A
131 utilização desses produtos na alimentação animal substitui uma parte da quantidade de milho e farelo de soja,
132 ingredientes básicos na formulação de dietas para animais.

133 Além do montante de resíduos avícolas gerados dentro dos abatedouros, este aumento da escala de
134 produção tem proporcionado desafios, sendo a destinação de animais que morrem ao longo da cadeia produtiva,
135 quer seja por causas naturais, acidentais ou sanitárias, um dos mais preocupantes. Segundo Krabbe e Wilbert [3],
136 levando-se em conta uma mortalidade média estimada de 3% no lote, representa um montante aproximado de
137 220 mil toneladas de aves mortas.

138 A utilização de produtos de origem animal na alimentação de animais de produção é bastante discutida
139 em virtude de sua qualidade e da quantidade de nutrientes fornecidos tanto para as diferentes etapas do
140 desenvolvimento de frangos de corte [4;5] como de suínos, além de exigir um maior cuidado devido a
141 dificuldade de padronização em função do processo produtivo, dos aspectos econômicos, de segurança alimentar
142 e da origem dos resíduos que compõem as farinhas de origem animal [6].

143 Mesmo com várias restrições ao uso de subprodutos de origem animal na alimentação animal, esse
144 mercado vem crescendo mundialmente. O Brasil tem surgido como um grande produtor e exportador de resíduos
145 de graxaria de abatedouros [7], sendo o 7º maior exportador de gordura animal. Sabe-se da importância e dos
146 desafios sanitários, microbiológicos e de oxidação do uso desses subprodutos na alimentação animal. Além
147 disso, há órgãos públicos e privados da avicultura brasileira a favor como a Associação Brasileira de Reciclagem
148 Animal (ABRA) e outros contrários como a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o
149 SINDIRAÇÕES e o SINDICARNES à utilização de animais que morrem ao longo da cadeia produtiva para a
150 fabricação de farinhas e gorduras de origem animal. Visando essas dúvidas é importante impedir o início da

formação de radicais livres, o que pode ser feito através do manejo adequado de produção e armazenamento desse material [8]. Nutricionistas têm utilizado antioxidantes nas dietas para inibir o processo oxidação [9] visando obter uma gordura de origem animal de qualidade.

Devido à importância do tema da utilização de subprodutos de origem animal nas dietas dos animais e à polêmica que cerca a utilização de animais mortos ao longo do tempo para a produção desse material, novos estudos devem ser realizados para gerar informações complementares e comprovar os conhecimentos tradicionais através do uso experimentos em nível de campo, a geração de novas informações e a comprovação sobre a utilização de subprodutos de origem animal, como a gordura, na alimentação de suínos. Diante disso, este estudo avaliou o fornecimento de óleos provenientes de carcaças de aves mortas, em diferentes tipos e tempos de armazenamento, na alimentação de leitões considerando os valores de energia, parâmetros oxidativos dos óleos, além de morfométricos e sanguíneos dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

Local, animais e condições ambientais

O experimento foi realizado na Embrapa Suínos e Aves, localizada na cidade de Concórdia-SC, Brasil, no Setor de Metabolismo de Suínos, no período de setembro a novembro de 2016.

Foram utilizados 72 leitões de uma linhagem comercial (MS x TOP GEN), machos castrados, com peso inicial médio de 27 kg, distribuídos individualmente em gaiolas metabólicas metálicas. As gaiolas possuíam regulagem de altura e largura, comedouro e coletor de urina e fezes. A sala era climatizada, com temperatura média de 22°C.

Desenho experimental

O estudo foi composto por três ensaios, repetidos no tempo, com 24 animais, sete dias de adaptação e cinco dias de coleta cada um. Os leitões permaneceram em gaiolas por 14 dias, submetidos à mesma alimentação e manejo. Ao final de cada ensaio os animais sofreram eutanásia e necropsia.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados (BCC), sendo o bloco realizado em função do ensaio experimental. Os leitões foram distribuídos em um esquema fatorial 2x4+controle, com dois tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e quatro tempos de armazenamento das carcaças que originaram os óleos (0, 24, 48 e 72 h), com nove repetições por tratamento, sendo a unidade experimental formada por um leitão.

Caraterística das dietas

A dieta referência (controle) era à base de milho e farelo de soja. Nas demais dietas foi substituído 3% da dieta referência por óleo proveniente da prensagem das carcaças de aves na fabricação das farinhas. O óleo foi extraído de farinhas produzidas a partir de carcaças submetidas a dois diferentes tipos de acondicionamento (refrigerado e ambiente) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h). O tempo 0 h foi o mesmo utilizado para os dois tipos de acondicionamento.

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais dos suínos nessa fase de criação, conforme Rostagno et al. [10]. A composição centesimal e analisada da dieta experimental é apresentada na tabela 1.

Procedimento experimental

A quantidade de ração fornecida diariamente a cada animal foi calculada com base no peso metabólico ($75 \text{ g/kg}^{0,75}$), na forma umedecida, com o intuito de evitar perdas e facilitar a ingestão. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia (manhã e tarde). As sobras foram recolhidas, secas e pesadas para a realização do cálculo do consumo de ração.

Os animais foram pesados no início do período de adaptação, de coleta e ao final da coleta. Para determinar o início e o final do período de coleta de fezes, foi adicionado marcador fecal (óxido férrico a 1%) às dietas. As fezes foram coletadas uma vez ao dia, pesadas, acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em *freezer* para evitar fermentação. A urina foi coletada também uma vez ao dia, em baldes plásticos, utilizando-se um funil com filtro de gaze para reter as impurezas (pelos e fezes), contendo 20 mL de HCl (diluído na proporção 1:1) para evitar fermentação e perda de nitrogênio por volatilização. O volume foi completado para 3 L com água destilada, para manter o valor constante para todos os animais. De cada balde, após homogeneização, foi retirada uma alíquota de 150 mL em um frasco de vidro, sendo tampado e armazenado em geladeira (3°C) para posterior análise, de acordo com Sakomura e Rostagno [11].

Ao final da coleta de fezes as amostras foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 72 horas, para análises posteriores.

Variáveis analisadas

Foram realizadas as seguintes análises nas fezes: matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB). Na urina, por sua vez, foram realizadas análises de nitrogênio e EB. Já nas dietas foram analisados os

teores de MS, pré-MS, PB e EB. E nos óleos provenientes das carcaças, foi analisada a EB. Todas as análises foram feitas de acordo com Silva e Queiroz [12].

Uma vez obtidos os resultados das análises laboratoriais das dietas, fezes e urina, foi determinada a energia digestível aparente (ED) e a energia metabolizável aparente (EMA), utilizando-se as equações propostas por Matterson et al. [13].

Para mensurar a oxidação dos óleos foi realizada a medição do nível de acidez das amostras através do aparelho Rancimat, segundo metodologia do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal [14]. Também foi realizado o teste do ácido tiobarbitúrico (TBA), através da metodologia da AOAC [15] e do índice de peróxido, conforme metodologia de Shantha e Decker [16].

A análise de morfometria dos órgãos dos animais necropsiados foi realizada ao final de cada ensaio. Os órgãos foram retirados de cada animal e pesados individualmente. Os valores foram anotados em planilhas, separadamente por unidade experimental. Os dados de porcentagem dos órgãos foram obtidos através da relação entre o peso de cada órgão do animal e o seu respectivo peso final. Os órgãos analisados foram: baço, fígado, pâncreas, rins e coração.

Do sangue coletado no momento da necropsia, foram avaliados os seguintes parâmetros: ureia (mg/dL), creatinina (mg/dL), transaminase glutâmica oxalacética (TGO) (U/L), transaminase glutâmica pirúvica (TGP) (U/L) e albumina (g/dL).

Análise estatística

Foi utilizado o teste F global ($P < 0,05$) e as médias foram submetidas à análise de regressão polinomial. Foi também realizada a análise de variância dos tratamentos e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises de ED e EMA as médias dos tratamentos foram comparadas por contrastes (0 h vs 24 h; 0 h vs 48 h; 0 h vs 72 h; 24 h vs 48 h e 48 h vs 72 h) para cada tipo de acondicionamento. As análises foram realizadas com o uso do programa Statistix 10 [17].

Aspectos éticos

O protocolo experimental foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas (Parecer 9084/2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso médio dos animais foi de 27 kg ao início do estudo, em que os do grupo controle receberam a dieta referência (tabela 1), e os dos demais tratamentos receberam a dieta controle com a substituição de 3% da dieta referência pelo óleo proveniente das carcaças das aves, de acordo com o seu respectivo tipo de acondicionamento e tempo de armazenamento das carcaças. Ao final do período experimental de cada ensaio, o peso médio dos animais foi de 33 kg, os quais consumiram, diariamente, em média 1,110 kg de ração. Os animais não apresentaram comportamento anormal, estresse, diarreias e/ou quaisquer situações prejudiciais ao seu bem-estar e desempenho, durante o período experimental.

Os valores de energia digestível aparente (ED) e energia metabolizável aparente (EMA) dos óleos estão apresentados na tabela 2 e o seu comportamento com o passar do tempo, através de equações de regressão, é ilustrado na figura 1.

Não houve interação entre os fatores tipo de acondicionamento x tempo de armazenamento para a ED ($P=0,8227$) e EMA ($P=0,7708$). O tipo de acondicionamento sob refrigeração das carcaças das aves não afetou significativamente os valores de energia dos óleo ($P=0,6137$ para ED e $P=0,4950$ para EMA). Da mesma forma, o tempo de armazenamento também não influenciou a ED ($P=0,9721$) e a EMA ($P=0,9269$). De um modo geral, os valores de energia dos óleos apresentaram uma alta variabilidade, possivelmente por esse óleo proveniente da prensagem das carcaças de aves cozidas apresentar um alto teor de umidade, além de um elevado grau de impurezas. Segundo Mafessoni [18] umidade, impurezas e insaponificáveis são variáveis juntadas e calculadas que expressam a pureza da gordura. Ainda de acordo com os pesquisadores, se o conteúdo de umidade do óleo for maior que 1%, que é a recomendação máxima, haverá uma diminuição de sua energia através de uma diluição ou aumento da concentração de ácidos graxos livres. Soma-se a isso o fato do procedimento para a fabricação e produção das farinhas e extração da gordura animal ser de difícil padronização [6]. Aliado a isso o efeito associativo das gorduras [19]. Dessa forma, como pode ser observado na figura 1, as variáveis ED e EMA não apresentaram comportamento linear e/ou quadrático com o passar do tempo. Embora a ED (9095,8 kcal/kg) e a EMA (9007,7 kcal/kg) tenham apresentado valores numericamente superiores no tempo de 72 h de armazenamento das carcaças acondicionadas ao ambiente em comparação com o tempo 0 h (ED = 8589,4 e EMA = 8290,3 kcal/kg), a diferença, no entanto, não foi significativa. Adicionalmente, nenhum contraste foi significativo ($P>0,05$).

Por sua vez, os valores encontrados de energia bruta (EB) para os tratamentos foram: controle (9453 kcal/kg); tipo de acondicionamento ao ambiente: 24 h = 9157, 48 h = 9436, 72 h = 9329 kcal/kg; e para o tipo de

acondicionamento refrigerado: 0 h= 9200, 48 h = 8757 e 72 h= 8346 kcal/kg. Segundo Alltech Pig Program [20] as perdas típicas de energia associadas à digestão da energia da dieta são, em média, de 18% da EB para a ED e de 4% da ED para a EM. No entanto, valores percentuais diferentes foram obtidos nos óleos do presente estudo, sendo que no tempo 0 h de armazenamento houve uma perda da EB para a ED de 8% e de 3,5% da ED para a EMA. Para os valores médios do tipo de acondicionamento ao ambiente (24, 48 e 72 h) verificou-se uma perda de 4,7% da EB para a ED e de 5,9% da ED para EMA, de mesmo modo para o tipo de acondicionamento refrigerado, ocorreu uma perda do valor médio desse tipo da EB para ED de 10,3% e de 7,3% da ED para EMA. As perdas, portanto, encontradas nos óleos apresentaram disparidade, o que pode ser atribuído ao fato dos mesmos estarem acrescidos por óleo degomado de soja, que foi utilizado para o cozimento das carcaças das aves, contendo água, sangue e outras impurezas. Todos os valores de EB dos óleos obtidos tiveram uma tendência a serem inferiores ao do óleo degomado de soja utilizado no tratamento controle, devido ao efeito associativo das gorduras [19].

Após serem avaliados os valores de ED e EMA dos óleos produzidos no estudo, oriundos das carcaças das aves submetidas a dois diferentes tipos de acondicionamento e quatro tempos de armazenamento, buscou-se também verificar o teor de oxidação desses óleos através das análises de acidez e de peróxido, e de ácido tiobarbitúrico (TBA), cujos valores são apresentados na tabela 3 e representados na figura 2. No estudo de Rutz e Lima [9] é enfatizado que a oxidação é um processo autocatalítico e desenvolve-se em aceleração crescente, uma vez iniciada. Os fatores que podem influenciar na formação de radicais livres são: temperatura, enzimas, presença de enzimas, luz e íons metálicos. O índice de peróxido e o TBA são os métodos mais empregados para medir a rancidez oxidativa dos óleos e gorduras. Como os peróxidos são os primeiros compostos a se formarem quando uma gordura deteriora, toda a gordura oxidada fornece resultado positivo. No caso de deterioração hidrolítica, por sua vez, mede-se o índice de acidez, que avalia a deterioração por meio de ácidos graxos livres [21]. Assim, quanto maior o índice de acidez, maior será a desencadeiação de reações de oxidação nos ácidos graxos, denominadas de peroxidação lipídica.

Houve interação significativa entre os fatores tipo e tempo de armazenamento das carcaças que originaram os óleos em estudo para o índice de acidez ($P=0,0001$) e o de peróxido ($P=0,0017$). Porém, não houve interação significativa ($P=0,5665$) para o TBA. O índice de acidez apresentou uma resposta linear ($P=0,0001$), aumentando com o passar do tempo dos óleos produzidos a partir de carcaças mantidas ao ambiente (figura 2), passando de 1,28 mgNaOH/g (à 0 h) para 2,24 mgNaOH/g (às 72 h). Adicionalmente, o óleo produzido de carcaças mantidas ao ambiente por 72 h foi significativamente mais ácido ($P<0,05$) do que os

300 produzidos de carcaças mantidas ao ambiente em períodos de tempo inferiores (0, 24 e 48 h). Os valores
301 encontrados foram menores do que o máximo recomendado, de 6 mgNaOH/g para farinhas de origem animal
302 [22] e o tempo de 72 h foi um pouco superior ao preconizado por Mafessoni [18], de 2mgNaOH/g do índice de
303 acidez para o óleo de frango. Diferentemente das carcaças mantidas sob refrigeração, em que não houve
304 diferença ($P>0,05$) entre as médias dos tratamentos. Portanto, o acondicionamento das carcaças sob refrigeração
305 foi eficaz em manter os óleos sem acidez por até 72 h.

306 Com relação à peroxidação, o valor encontrado para o índice de peróxido dos óleos produzidos a partir
307 de carcaças que não foram armazenadas (0 h) foi de 12,63 meq/1000g e, para os óleos obtidos de carcaças que
308 ficaram expostas à temperatura ambiente durante diferentes períodos de tempo, verificou-se uma resposta
309 quadrática, com os valores diminuindo com o passar do tempo, até 48 h, aumentando posteriormente (72 h),
310 conforme pode ser visualizado na figura 2. Adicionalmente, os óleos produzidos de carcaças mantidas à
311 temperatura ambiente por períodos crescentes de tempo apresentaram valores de índice de peróxido
312 significativamente inferiores ($P<0,05$) ao óleo produzido a partir das carcaças que não foram armazenadas. Já
313 com relação aos óleos que foram produzidos a partir de carcaças mantidas sob refrigeração, verificou-se uma
314 resposta linear ($P = 0,0020$), ou seja, os óleos produzidos a partir de carcaças armazenadas por períodos de
315 tempo crescentes apresentaram uma redução progressiva no índice de peróxido, passando de 12,63 meq/1000g
316 no tempo de 0 h e chegando a praticamente a metade, 6,67 meq/1000g, às 72 h. Adicionalmente, o valor do
317 índice de peróxido do óleo produzido de carcaças armazenadas por 24 h foi de 12,92 meq/1000g, ou seja, não
318 diferiu significativamente ($P>0,05$) do óleo produzido de carcaças que não foram armazenadas (tempo de 0 h).
319 Ambos índices de peróxido foram significativamente superiores ($P<0,05$) aos dos óleos produzidos a partir de
320 carcaças de aves armazenadas por 72 h (6,67 meq/1000g). Portanto, aparentemente o acondicionamento das
321 carcaças sob refrigeração por até 72 h foi um método eficiente para reduzir o processo de peroxidação dos
322 óleos ou esta em curva descentente onde os radicais livres passam a se neutralizar. No entanto, a maioria dos
323 índices de peróxido encontrados foram superiores a 5 meq/1000g, que é o máximo preconizado por Mafessoni
324 [18] para óleo de frango, configurando que os óleos estavam oxidados, com a exceção daqueles produzidos de
325 carcaças armazenadas em temperatura ambiente nos tempos de 48 h (2,77 meq/1000g) e 72 h (4,52 meq/1000g).
326 Porém, os valores dos índices de peróxido mais baixos encontrados no estudo pode representar um nível alto de
327 oxidação, pois segundo os pesquisadores Bellaver e Zanotto [23], o método que mede o índice de peróxido é feito
328 pela determinação do cátion de uma base, necessário para neutralizar compostos oxidados e expressando o
329 resultado em meq/1000g. A formação de odores de rancidez é provável que indique que o processo de oxidação

esteja em sua fase final. O índice de peróxido baixo em sua fase final deve coincidir com altas concentrações de produtos secundários (aldeídos, cetonas, álcoois e ésteres), os quais devem aumentar a absorvância. Tradicionalmente, os valores de índice de peróxido estão entre 0 e 20 meq/1000g e nesse último valor é possível detectar o odor de rancidez. Como nos óleos estudados havia a presença de odor de ranço, pode-se presumir que os óleos apresentavam algum índice de oxidação.

Para os valores de TBA, por sua vez, não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os fatores tipo de acondicionamento e tempo de armazenamento. Da mesma forma, também não houve diferença entre os óleos produzidos de carcaças armazenadas em diferentes períodos de tempo, tanto ao ambiente como sob refrigeração ($P>0,05$). Além disso, a análise de regressão não demonstrou qualquer tendência, seja ela linear ou quadrática, conforme pode ser verificado na tabela 3 e na figura 2. O valor obtido para o óleo produzido de carcaças que não foram armazenadas (tempo 0 h) foi de 31,55 mgMDA/kg e não houve diferença significativa mesmo em relação ao óleo produzido de carcaças armazenadas por até 72 h, tanto para os óleos provenientes das carcaças expostas ao ambiente (37,77 mgMDA/kg) quanto para os óleos oriundos das carcaças mantidas sob refrigeração (35,05 mgMDA/kg). Com isso, os óleos não tiveram um aumento expressivo de TBA com o passar do tempo e estão abaixo do nível máximo recomendado para alimentação animal de 15 nmol/g (1080,75 mgMDA/kg), embora Bellaveret al. [6] expliquem em seu estudo que as farinhas de origem animal são ricas em gorduras e, por conseguinte, têm maior facilidade de se auto-oxidarem, pelo início da formação de radicais livres. Além disso, Rutz e Lima [9] enfatizam que a oxidação é um processo autocatalítico que desenvolve-se em aceleração crescente, uma vez iniciada. Possivelmente, o antioxidante utilizado nas dietas conseguiu minimizar os efeitos daqueles óleos que apresentam uma pequena variação em relação às recomendações máximas permitidas. Segundo Mafessoni [18] a umidade presente no óleo além de diminuir a energia, em baixos níveis funciona também como antioxidante. É preciso fazer a agitação mecânica do recipiente utilizado para o armazenamento desse óleo, pois a água fica depositada na parte inferior. No presente estudo, os recipientes em que ficaram armazenados os óleos antes da mistura da dieta dos animais eram agitados diariamente. Assim, esse procedimento pode ter atuado como antioxidante e ajudado na preservação da qualidade do óleo.

Após a avaliação dos valores de energia dos óleos em estudo e de seus parâmetros oxidativos, foi avaliada, também, a substituição de 3% da dieta referência por óleos oriundos da produção de farinhas das carcaças de aves e mais uma dieta controle, tendo o óleo de soja degomado como o único óleo adicionado. Objetivou-se com esse estudo em leitões em fase de creche verificar se a substituição desse subproduto pudesse acarretar efeitos na morfometria de alguns órgãos vitais e em parâmetros sanguíneos dos animais.

Os pesos dos órgãos: baço, fígado, pâncreas, rins e coração estão apresentados na tabela 4 e, seus pesos relativos (em relação ao peso vivo do animal), podem ser verificados nas tabelas 5 e 6. Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os fatores tipo de acondicionamento e tempo de armazenamento para os pesos dos órgãos (tabela 4), tão pouco para os seus pesos relativos (tabela 5). Da mesma forma, os fatores, isoladamente, não os afetaram significativamente. Com isso, os valores ficaram muito próximos aos encontrados no tempo de 0 hora ($P>0,05$) e não apresentaram, dessa forma, comportamento linear ou quadrático significativo no decorrer dos tempos de armazenamento (0 a 72 h), mantendo-se os valores próximos dentro desse período. Na tabela 6, estão apresentados os pesos relativos de órgãos (baço, fígado, pâncreas, rins e coração) dos leitões alimentados com dieta contendo 3% de óleo proveniente de carcaças de aves que foram submetidas aos dois tipos de acondicionamento e aos quatro períodos de tempo já mencionados. Na tabela há a inclusão de um tratamento controle, que não teve a inclusão de óleo oriundo das carcaças das aves. Conforme esperado, os valores apresentaram semelhança de comportamento com os apresentados na tabela 5. A única diferença verificada foi com relação ao peso relativo dos rins ($P= 0,0587$), sendo que os leitões que foram alimentados com óleo produzido a partir de carcaças de aves armazenadas por 48 h em ambiente refrigerado apresentaram peso relativo de rins (0,50%) superior ($P<0,05$) ao tratamento controle, com 0,43%. Os demais pesos relativos e dos outros órgãos não apresentaram diferença ($P>0,05$). Os pesos dos órgãos podem variar de acordo com o consumo de energia e/ou proteína [24]. Gomes et al. [25] relataram que maiores pesos dos órgãos do sistema digestivo e não digestivo, bem como o maior comprimento do intestino delgado em leitões, podem afetar negativamente a eficiência alimentar, uma vez que o animal utiliza para a sua manutenção a energia que seria destinada à produção. O que não foi encontrado nesse estudo, pois os pesos dos órgãos foram iguais ($P>0,05$) ao tratamento 0 h e não houve registro de diarreias ou quaisquer problemas digestivos e/ou de consumo das dietas. Houve apenas uma diferença em relação ao peso relativo dos rins, significativa em apenas um tratamento.

Junto aos dados morfométricos, buscou-se também avaliar alguns parâmetros sanguíneos dos leitões em estudo, visando observar se houve toxicidade renal através dos níveis de ureia e creatinina e também para fazer uma avaliação hepática através dos níveis de transaminase glutâmica oxalacética (TGO), transaminase glutâmica pirúvica (TGP) e albumina. Esses dados estão apresentados na tabela 7. Não houve interação significativa ($P>0,05$) dos fatores tipo de acondicionamento e tempo de armazenamento das carcaças das aves para a produção dos óleos em nenhum dos parâmetros sanguíneos. Para o tempo de armazenamento das carcaças de 0 a 72 horas e também para o tipo de acondicionamento das mesmas não foram significativos ($P>0,05$) os parâmetros estudados.

Os valores de TGP encontrados tiveram uma tendência a serem inferiores no sangue de leitões que consumiram óleo produzido de carcaças armazenadas por 72 h, tanto para as carcaças mantidas ao ambiente (73,78 U/L) como também para as mantidas sob refrigeração (75,56 U/L), em relação ao tratamento controle (93,44 U/L), mostrando que com o passar do tempo de armazenamento houve uma queda no nível de TGP. A ureia, por sua vez, não foi afetada pelos tratamentos ($P>0,05$), sendo que ela é alterada em função do ritmo circadiano, da quantidade e qualidade de proteína da dieta, absorção e hidratação [26]. Os leitões tiveram a mesma disponibilidade de proteína na dieta e não apresentaram nenhum problema de absorção e/ou hidratação, o que pode explicar o motivo pelo qual os valores não tenham sido alterados em relação ao tempo de 0 h. A creatinina, no que lhe diz respeito, tem relação com o estresse, sendo este um fator que poderia causar diminuição da perfusão renal, provocando aumento da creatinina [27]. Como no presente estudo os leitões não sofreram nenhum tipo de estresse, os valores obtidos ficaram dentro da normalidade (0,5 a 2,5 mg/dL) [26]. O valor de TGP foi menor com o passar do tempo (72 h), conforme anteriormente descrito. Em dano hepático leve, a forma predominante no soro é a citoplasmática (TGP), enquanto que em lesões graves há liberação da enzima mitocondrial (TGO), elevando a relação TGO/TGP [28]. Diante disso, por não ter havido aumento expressivo e significativo do fígado e pela concentração de TGP no sangue estar baixa, pode-se concluir que o fígado desses animais não possui problemas, visto que essas enzimas normalmente são contidas nas células do fígado, e como o índice sanguíneo está dentro da faixa de normalidade, de 21 a 102 U/L, conforme sugerido por Almeida [29], pode-se concluir que não houve a liberação destas para a corrente sanguínea, apresentando assim, baixos níveis das enzimas no sangue. Contudo, esse mesmo autor sugere níveis de TGO de 23 a 66 U/L, sendo que os níveis encontrados no presente estudo estão um pouco acima. No entanto, cabe salientar que os valores foram determinados para animais não ruminantes (cães e os suínos) que não são da mesma espécie e, por isso, esse pequeno acréscimo pode estar dentro da normalidade para os suínos. Para a albumina, no que lhe concerne, não houve grandesaumentos no metabolismo hepático dos leitões e os índices se mantiveram dentro da normalidade (2,7 a 5,0 g/dL) [26] (tabela 7). A albumina é uma proteína produzida no fígado. Ela tem muitas funções, mas a mais importante é a de manter constante o nível de líquido nos vasos sanguíneos. A albumina, medida no sangue, deve representar de 50 a 60% das proteínas plasmáticas. O seu aumento acima do recomendado provocasobrecarga no trabalho do sistema cardiovascular e, quando há falta desta proteína, a água do plasma se desloca para o espaço intersticial e provoca os inchaços e edemas, o que dificulta de modo significativo o trabalho dosistema renal, de depuração. Os óleos oriundos das carcaças das aves substituídos a 3% na dieta não proporcionaram toxicidade hepática nos animais. Assim, apresentaram níveis dentro da normalidade [30].

Diante dos resultados apresentados no estudo, pode-se ter uma prévia informação da inclusão de óleos oriundos de carcaças de aves com até três dias pós-morte, mantidas à temperatura ambiente ou sob refrigeração, na alimentação animal. A substituição estabelecida para esse estudo foi de 3% na dieta dos animais, por este ser um nível prático de inclusão de óleos, que tem sido utilizado, em média, pelas empresas desse segmento. Cabe salientar que esse óleo teve na sua composição uma determinada concentração de óleo de soja degomado, uma vez que este foi necessário para o processo de cozimento das carcaças, as quais foram moídas e posteriormente prensadas para originar o óleo da carcaça de aves. Esse óleo possuía uma determinada quantidade de água e por mais que tenha sido planejada a prevenção do risco de contaminação através de um processo de filtragem, possivelmente apresentasse algum grau de impureza. Assim, em um próximo estudo, seria interessante que houvesse um controle mais eficaz e tecnológico em relação à retirada de água do óleo e um efetivo processo de filtragem, para que dessa forma sejam eliminados tais fatores de confundimento. Do mesmo modo, seria interessante a realização de mais estudos à nível de campo, com um maior tempo de exposição dos animais à dieta contendo o óleo e também para verificar a sua utilização em outras fases de criação, buscando assim sanar todas as dúvidas pertinentes à inclusão ou não na alimentação dos suínos de óleos oriundos de aves que morrem naturalmente na granja.

CONCLUSÃO

O uso de 3% de óleos oriundos de carcaças de aves armazenadas até 72 horas podem ser incorporados sem afetar a morfometria dos órgãos, com excessão do peso relatvo dos rins, e nem os parâmetros sanguíneos dos animais, porém devem ser consideradas as perdas energéticas e os teores oxidativos com o passar do tempo, além do desenvolvimento de mais estudos com níveis crescentes de inclusão dessa óleo pra avaliar o limite máximo de inclusão.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Suínos e Aves e à Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) pela parceria na realização da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

1. ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. Brasília - DF. Disponível em <http://abpa-br.com.br/>, acessado em 21/09/2016.
2. Hamilton CR, Kirstein D, Breitmeyer RE. The rendering industry's biosecurity contribution to public and animal health. In: Meeker DL. Essential Rendering. Arlington: National Renderers Association 2006; 1ed: 71-94.
3. Krabbe LE, Wilbert CA. Os passivos das cadeias de produção de proteína animal - animais mortos. Avicultura Industrial 2016; 1251 ed: 24-31.
4. Faria Filho DE, Junqueira OM, Faria DE, Araújo LF, Rizzo MF. Avaliação dos tipos de farinha de carne e ossos sobre o desempenho de frangos de corte machos. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas 2000; 2: 19 p.
5. Xavier SAG. Farinha de penas e sangue e de vísceras em diferentes inclusões nas rações de frangos e seus efeitos no desempenho, digestibilidade e morfometria intestinal. Universidade Federal de Goiás, Dissertação de Mestrado, Goiânia 2005: 51 p.
6. Bellaver, C. Uso de resíduos de origem animal na alimentação de frangos de corte. In: Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 2002. Anais... Chapecó: ACAV-EMBRAPA, 2002; 6-22.
7. Dias JA. Exports - The Strateggy of the Brazilian Animal Rendering Sector. In: Grisolia AVS, Macedo C, Cypriano L, Dias JA. The Rendering Industry Going Beyond. Brazilian Renderers 2016: 10-13.
8. Scheuermann GN, Rosa PS, Bellaver C. Farinhas de origem animal: Vantagens e limitações do seu uso na alimentação de monogástricos. In: Simpósio Catarinense de Nutrição Animal. Anais... Chapecó-SC 2007: 1-17.
9. Rutz F, Lima GLMM. Uso de antioxidantes em rações e subprodutos. In: Conferencia APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas. Anais... FACTA. Campinas 1994: 73-84.
10. Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT, Euclides RF. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: UFV, DZO 2011; 3.ed: 252p.
11. Sakomura NK, Rostagno HS. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Funep, Jaboticabal, Brasil 2007: 283 p.
12. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de Alimentos – Métodos Químicos e Biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa 2004; 235p.
13. Matterson LD, Potterl M, Stutz MW. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station 1965: 11p.

- 479 14. Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. São Paulo: SINDIRAÇÕES/ANFAL; Campinas:
480 CBNA/SDR/MA 1998: 371 p.
- 481 15. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official
482 Analytical Chemists. Arlington: AOAC 1998; 1; 16th ed.
- 483 16. Shantha NC, Decker EA. Rapid, Sensitive, Iron-Based Spectrophotometric Methods for Determination of
484 Peroxide Values of Food Lipids. Journal of AOAC International 1994; 77: 421-424.
- 485 17. STATISTIX 10. Analytical Software PO Box 12185, Tallahassee, FL 32317 2016.
- 486 18. Mafessoni EL. Manual prático para produção de suínos. Guaíba: Agrolivros 2014: 471 p.
- 487 19. Leeson S, Summers JD. Nutrition of the chicken. Guelph: University Books, 2001; 4 ed : 590 p.
- 488 20. Premier PigProgram. Alltech do Brasil. Curitiba-PR 2007.
- 489 21. Os tipos e os efeitos da rancidez oxidativa em alimentos. FoodIngredients Brasil 2014; 29: 38-45. Disponível
490 em: <http://www.revista-fi.com/materias/379.pdf>. Acesso em 25/01/2018.
- 491 22. ANFAR/SINDIRAÇÕES – Associação Nacional dos Fabricantes de ração /Sindicato Nacional das Indústrias
492 de Alimentação Animal. Padronização de matérias-primas para alimentação animal. São Paulo 1998: 1-51.
- 493 23. Bellaver C, Zanotto DL. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos proteicos de origem animal.
494 Conferencia APINCO, Santos SP, 2004: 21 p.
- 495 24. Pluske JR, Hampson DJ, Williams IH. Factors influencing the structure and function of the small intestine in
496 the weaned pig: a review. Livestock Production Sciences 1997; 51: 215-236.
- 497 25. Gomes JDF, Putrino SM, Martelli MR, Ishi M de P, Sobral PJA, Fukushima RS. Morfologia de órgãos
498 digestivos e não digestivos de suínos de linhagens modernas durante as fases de crescimento, terminação e pós
499 terminação. Acta Scientiarum Animal Science 2007; 29(3): 261-266.
- 500 26. Kormann RB, Moreira H, Crescente G, Foggiatto JA. Estudo experimental da biocompatibilidade de novo
501 material para implante orbitário. Arq Bras Oftalmol 2013; 76(3): 141-146.
- 502 27. Jenkins JR. Evaluation of the rabbit urinary tract. J Exotic Pet Med. 2010; 19(4): 271-279.
- 503 28. Ribeiro JN, Oliveira TT, Nagem TJ, Ferreira Junior DB, Pinto AS. Avaliação dos parâmetros sanguíneos de
504 hepatotoxicidade em coelhos normais submetidos a tratamento com antocianina e antocianina + naringenina. Ver
505 Bras Anal Clin [Internet]; 2006.
- 506 29. Almeida MR. Enzimas clínicas: ação, fundamento e aplicações. Seminário apresentado na disciplina
507 Bioquímica do Tecido Animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do
508 Rio Grande do Sul, 2015: 16 p.

509 30. Alessandro. Albumina alta e bassa: valoridiriferimento. Analisidel Sangue. Disponível em:
510 <https://www.analisidelsangue.net/albumina-alta-bassa/>. Acesso em: 06/02/2018.

511

512

513

514

515

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

533

534

535

536

537

Tabela 1- Composição nutricional da dieta referência para suínos

Ingrediente	%
Milho, grão	55,21
Farelo de soja, 45% PB	31,40
Açúcar	5,00
Núcleo ¹	5,00
Óleo de soja	3,00
DL-metionina	0,06
L-lisina	0,02
Antioxidante ²	0,01
Acidificante ³	0,30
Total	100
Composição nutricional	
EMA, kcal/kg	3284
Proteína bruta, %	18,16
Fósforo disponível, %	0,111
Fósforo total, %	0,397
Cálcio, %	0,846
Arginina digestível, %	1,170
Lisina digestível, %	1,003
Metionina digestível, %	0,348
Metionina+cistina digestível, %	0,572

¹Níveis de garantia por kg: ácido benzoico: 37,40 g; ácido cítrico: 4100,08 mg; ácido fólico: 16,50 mg; ácido pantotênico: 360,80 mg; *Bacillus licheniformis*: 12,8x10⁹ UFC; *Bacillus subtilis*: 12,8x10⁹ UFC; biotina: 2,70 mg; cálcio(máx): 165,60g; clorohidroxiquinolina:2400 mg; cobre: 4000 mg; etoxiquim: 200 mg; ferro: 1911,50 mg; fitase: 10000 U; fósforo: 39,53 g; glucanase: 3040 U; Iodo:24 mg; lisina: 43,50 g; manganês: 1197,31 mg; metionina: 30 g; niacina: 750 mg; selênio: 7 mg; sódio: 39,40 g; treonina: 21 g; vit. A: 239000 UI; vit. B₁: 36,08 mg; vit. B₁₂: 479 mcg; vit. B₂: 102,08 mg; vit. B₆: 70 mg; vit. D₃: 42000 UI; vit. E: 580 UI; vit. K₃: 68 mg; xilanase: 24400 U; zinco:3800 mg.

²BHT®: 99% de pureza.

³Níveis de garantia por kg do Oligoacid®: 230 g de ácido fórmico, 150 g de ácido propiônico e 97 g de ácido láctico.

Tabela 2 – Valores de energia (média±desvio padrão) de óleosoriundos de carcaças de aves submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) para leitões com peso médio de 27 kg

Energia*	Tipo	Tempo, horas				Média**	CV, %	P				
		0	24	48	72			Tempo	Tipo	Tempo x Tipo	Linear	Quadrática
ED, kcal/Kg	Amb	8589,4±1297,7	8686,0±1977,1	8886,9±4227,0	9095,8±1079,2	8889,6	24,2	0,9721	0,6137	0,8227	0,6525	0,9532
	Ref	8589,4±1297,7	9036,9±2783,9	8470,5±2168,5	7708,4±1891,0	8405,3					0,4808	0,5283
EMA, kcal/Kg	Amb	8290,3±1070,7	8282,0±1533,2	7802,9±3634,6	9007,7±105,5	8364,2	22,8	0,9269	0,4950	0,7708	0,7930	0,5794
	Ref	8290,3±1070,7	8306,7±1935,6	7656,7±1244,4	7284,9±2003,7	7749,4					0,2854	0,7835

*Base em matéria natural; **Média dos valores dos tempos de 24 a 72 horas; ED= Energia digestível aparente; EMA= Energia metabolizável aparente; Amb: Tipo de acondicionamento ambiente; Ref: Tipo de acondicionamento refrigerado; CV: Coeficiente de variação; P: Probabilidade ao nível de significância de 5%.

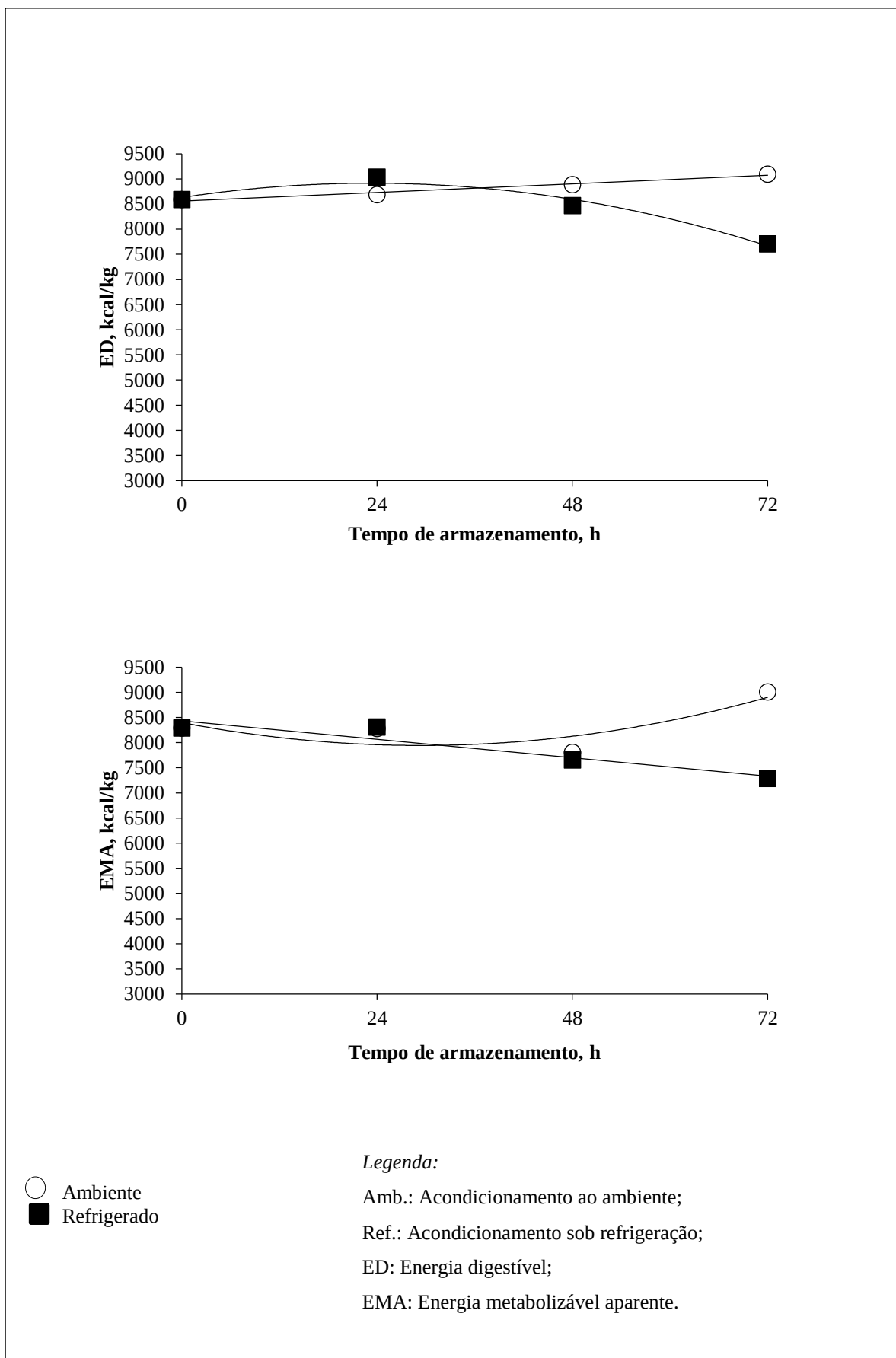


Figura 1- Comportamento da energia digestível e energia metabolizável aparente com o passar do tempo de armazenamento nos dois tipos de acondicionamento.

Tabela 3– Análises de oxidação (média±desvio padrão) dos óleos oriundos decarcaças de avessubmetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado) e a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h)

Análise	Tipo	Tempo, horas				Média*	CV, %	P				
		0	24	48	72			Tempo	Tipo	Tempo x Tipo	Linear	Quadrática
<i>Índice de acidez (mgNaOH/g)</i>	Amb	1,28±0,18b	1,52±0,31b	1,70±0,31b	2,24±0,60a	1,82	18,09	0,0003	0,0000	0,0001	0,0001	0,2872
	Ref	1,28±0,18	1,30±0,07	1,32±0,09	1,26±0,14	1,29					0,8005	0,3352
<i>Índice de peróxido (meq/1000g)</i>	Amb	12,63±3,36a	6,27±1,49b	2,77±0,43b	4,52±1,01b	4,52	31,22	0,0000	0,0000	0,0117	0,0000	0,0000
	Ref	12,63±3,36a	12,92±4,56a	8,69±1,80ab	6,67±2,78b	9,43					0,0020	0,4394
<i>TBA (mgMDA/kg)</i>	Amb	31,55±4,35	33,92±8,91	33,13±7,11	37,37±5,93	34,81	21,13	0,3083	0,8573	0,5665	0,1704	0,7694
	Ref	31,55±4,35	30,33±8,29	37,53±8,15	35,05±8,35	34,30					0,2062	0,8428

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); *Média dos valores dos tempos de 24 a 72 horas; TBA: análise de ácido tiobarbitúrico; Amb: tipo de acondicionamento ao ambiente; Ref: tipo de acondicionamento refrigerado; CV: coeficiente de variação; P: probabilidade ao nível de significância de 5%.

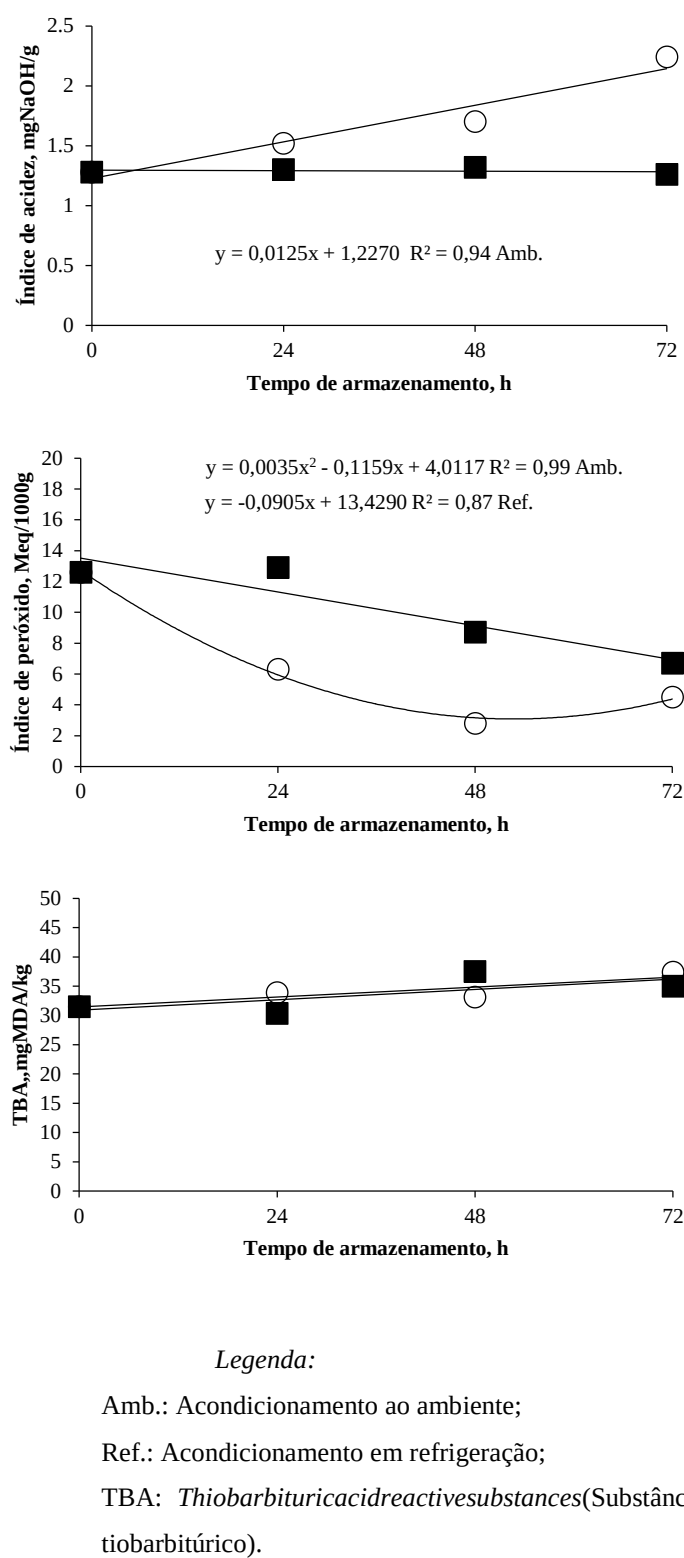


Figura 2. Comportamento das médias dos valores de oxidação nos diferentes tipos e tempos de acondicionamento.

Tabela 4 – Peso dos órgãos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 3% de óleo de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle

Órgão, g	Tipo	Controle	Tempo, horas				Média*	CV, %	P				
			0	24	48	72			Tempo	Tipo	Tempo x Tipo	Linear	Quadrática
<i>Baço</i>	Amb	52,00±7,81	61,88±17,95	55,00±13,05	62,89±6,47	61,67±8,11	59,85	15,83	0,6445	0,3367	0,8932	0,6958	0,4972
	Ref		61,88±17,95	55,11±13,71	53,44±8,17	55,89±6,33	54,81					0,2904	0,263
<i>Fígado</i>	Amb	723,56±81,15	723,56±63,16	725,00±60,18	731,78±43,84	723,44±56,21	726,74	8,39	0,5577	0,3205	0,6679	0,9375	0,7933
	Ref		723,56±63,16	754,33±27,08	706,11±95,82	684,00±72,41	714,81					0,1596	0,3154
<i>Pâncreas</i>	Amb	59,56±8,60	61,44±15,18	63,11±12,14	63,78±8,44	65,78±9,28	64,22	17,69	0,8947	0,9219	0,4687	0,4198	0,9653
	Ref		61,44±15,18	67,00±12,77	63,44±9,99	67,11±9,06	65,85					0,4499	0,8143
<i>Rins</i>	Amb	144,78±23,02	154,78±15,36	146,00±16,26	151,22±15,31	150,67±16,78	149,30	10,44	0,2720	0,1252	0,8118	0,7642	0,4425
	Ref		154,78±15,36	153,44±18,68	166,44±37,08	156,67±24,38	158,85					0,6194	0,6194
<i>Coração</i>	Amb	134,89±19,56	140,78±18,19	147,00±29,19	141,22±12,56	139,44±15,03	142,55	10,64	0,2901	0,5237	0,5080	0,7374	0,5441
	Ref		140,78±18,19	144,00±22,70	141,44±21,47	144,67±13,17	143,37					0,7460	1,0000

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); * Média dos valores dos tempos de 24 a 72 horas; Amb: tipo de acondicionamento ambiente; Ref: tipo de acondicionamento refrigerado; CV: coeficiente de variação; P: probabilidade ao nível de significância de 5%. N=9.

Tabela 5 – Peso relativo de órgãos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 3% de óleo de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle

Órgão, %	Tipo	Controle	Tempo, horas				Média *	CV, %	P				
			0	24	48	72			Tempo	Tipo	Tempo x Tipo	Linear	Quadrática
<i>Baço</i>	Amb	0,16±0,02	0,19±0,06	0,16±0,04	0,19±0,03	0,19±0,03	0,18	14,73	0,6988	0,3559	0,6988	0,5290	0,4362
	Ref		0,19±0,06	0,17±0,05	0,16±0,02	0,17±0,03	0,17					0,3169	0,4463
<i>Fígado</i>	Amb	2,17±0,19	2,18±0,21	2,18±0,27	2,23±0,24	2,23±0,19	2,21	6,26	0,4575	0,1898	0,8586	0,5381	0,9703
	Ref		2,18±0,21	2,35±0,15	2,15±0,20	2,06±0,17	2,19					0,0737	0,0556
<i>Pâncreas</i>	Amb	0,18±0,02	0,18±0,04	0,19±0,02	0,19±0,02	0,20±0,02	0,19	16,06	0,9413	0,9400	0,2548	0,1272	0,7992
	Ref		0,18±0,04	0,21±0,03	0,19±0,02	0,20±0,02	0,20					0,3546	0,4349
<i>Rins</i>	Amb	0,43±0,05	0,47±0,05	0,43±0,03	0,46±0,05	0,46±0,05	0,45	9,15	0,2451	0,0697	0,6272	0,7883	0,2651
	Ref		0,47±0,05	0,48±0,06	0,50±0,08	0,47±0,06	0,48					0,6451	0,2896
<i>Coração</i>	Amb	0,41±0,05	0,42±0,06	0,44±0,07	0,43±0,06	0,43±0,06	0,43	7,60	0,1198	0,3840	0,2959	0,8692	0,7671
	Ref		0,42±0,06	0,45±0,07	0,43±0,05	0,44±0,05	0,44					0,7917	0,6523

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); * Média dos valores dos tempos de 24 a 72 horas; Amb: tipo de acondicionamento ambiente; Ref: tipo de acondicionamento refrigerado; CV: coeficiente de variação; P: probabilidade ao nível de significância de 5%. N=9.

Tabela 6 – Peso relativo de órgãos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 3% de óleo de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle

Tratamento	Peso relativo, %				
	Baço	Fígado	Pâncreas	Rins	Coração
Controle	0,16±0,02	2,17±0,19	0,18±0,02	0,43±0,05b	0,41±0,05
0 h	0,19±0,06	2,18±0,21	0,18±0,04	0,47±0,05ab	0,42±0,06
Ambiente					
24 h	0,16±0,04	2,18±0,27	0,19±0,03	0,44±0,04ab	0,44±0,07
48 h	0,19±0,03	2,23±0,24	0,19±0,02	0,46±0,05ab	0,43±0,06
72 h	0,19±0,03	2,23±0,19	0,20±0,02	0,46±0,05ab	0,43±0,07
Média**	0,18	2,21	0,19	0,45	0,43
Refrigerado					
24 h	0,17±0,05	2,35±0,15	0,21±0,03	0,48±0,06ab	0,45±0,07
48 h	0,16±0,02	2,15±0,20	0,19±0,03	0,50±0,08a	0,43±0,05
72 h	0,17±0,03	2,06±0,17	0,20±0,02	0,47±0,06ab	0,44±0,05
Média**	0,17	2,19	0,20	0,48	0,44
CV, %	19,01	8,16	13,60	10,22	10,52
P*	0,1739	0,0957	0,2476	0,0587	0,6487

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); *P = Probabilidade ao nível de significância de 5% ($P < 0,05$); ** Média dos valores dos tempos de 24 a 72 horas; CV: Coeficiente de variação; N=9.

Tabela 7 – Parâmetros sanguíneos (média±desvio padrão) de leitões alimentados com 3% de óleo de aves mortas submetidas a dois tipos de acondicionamento (ambiente e refrigerado), a quatro tempos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e ao tratamento controle

Parâmetro	Tipo	Controle	Tempo, horas				Média*	CV, %	P				
			0	24	48	72			Tempo	Tipo	Tempo x Tipo	Linear	Quadrática
<i>Ureia, mg/dL</i>	Amb	25,67±8,76	22,11±5,49	28,56±13,50	23,22±8,77	26,33±10,85	26,04	25,90	0,2673	0,0734	0,4110	0,6276	0,6276
	Ref		22,11±5,49	23,56±7,45	22,89±7,61	21,11±11,16	22,52					0,7600	0,5530
<i>Creatinina, mg/dL</i>	Amb	0,92±0,30	1,05±0,22	0,99±0,18	0,93±0,19	1,03±0,13	0,98	16,26	0,3175	0,6676	0,4997	0,6099	0,1996
	Ref		1,05±0,22	0,94±0,17	0,99±0,12	0,94±0,22	0,96					0,3063	0,6928
<i>TGO, U/L</i>	Amb	84,44±19,87	85,33±28,54	85,67±14,28	97,00±22,02	88,67±22,12	90,45	20,39	0,2359	0,4873	0,2460	0,5207	0,5633
	Ref		85,33±28,54	95,22±26,57	89,33±17,83	75,00±20,43	86,52					0,3074	0,1301
<i>TGP, U/L</i>	Amb	93,44±29,35	79,78±24,98	75,33±20,81	77,56±13,35	73,78±17,55	75,56	18,12	0,6077	0,7060	0,8960	0,5901	0,9599
	Ref		79,78±24,98	81,00±32,36	77,11±17,37	73,56±24,19	77,22					0,5422	0,7754
<i>Albumina, g/dL</i>	Amb	3,43±0,20	3,31±0,28	3,35±0,25	3,25±0,33	3,41±0,19	3,34	8,26	0,8124	0,8441	0,4891	0,5813	0,4861
	Ref		3,31±0,28	3,23±0,26	3,39±0,36	3,33±0,32	3,32					0,5967	0,9402

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); * Média dos valores dos tempos de 24 a 72 horas; Amb: tipo de acondicionamento ambiente; Ref: tipo de acondicionamento refrigerado; TGO: transaminase glutâmica oxalacética; TGP: transaminase glutâmica pirúvica; CV: coeficiente de variação; P: probabilidade ao nível de significância de 5%.N=9.

8. CONCLUSÕES

As farinhas oriundas de aves mortas até 72 horas armazenadas em câmara fria ou em temperatura ambiente apresentam crescimento linear dos níveis de aminas biogênicas com o passar do tempo em condição de temperatura ambiente e níveis baixos para o acondicionamento sob refrigeração, não apresentam acidez oxidativa e os níveis de peroxidação são superiores ao recomendado, livre de contaminação microbiológica e com níveis nutricionais de qualidade baseados nos níveis de subprodutos de origem animal recomendados.

O uso de 10% de farinhas oriundas de aves mortas até 72 horas podem ser incorporados às dietas sem afetar a digestibilidade, morfometria e parâmetros sanguíneos dos suínos na fase de creche, porém mais trabalhos devem ser desenvolvidos com níveis crescentes de inclusão dessa farinha pra avaliar o limite máximo de inclusão.

O uso de 3% de óleos oriundos de carcaças de aves armazenadas até 72 horas podem ser incorporados sem afetar a morfometria dos órgãos, com excessão do peso relatvo dos rins, e nem os parâmetros sanguíneos dos animais, porém devem ser consideradas as perdas energéticas e os teores oxidativos com o passar do tempo, assim como nas farinhas, necessita-se o desenvolvimento de mais estudos com níveis crescentes de inclusão desse óleo pra avaliar o limite máximo de inclusão.

9. REFERÊNCIAS

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. Brasília - DF. Disponível em <http://abpa-br.com.br/>, acessado em 27/02/2016.

ABRA. Associação Brasileira de Reciclagem Animal. II Diagnóstico da Indústria Brasileira de Reciclagem Animal. Brasília, DF. 2014.

ALMEIDA, M.R. Enzimas clínicas: ação, fundamento e aplicações. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015, 16p.

ANFAR/SINDIRAÇÕES – Associação Nacional dos Fabricantes de ração /Sindicato Nacional das Indústrias de Alimentação Animal. Padronização de matérias-primas para alimentação animal. São Paulo. p.1-51, 1998.

ANUALPEC. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2014.

ANUALPEC. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2015.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL - AOAC. **OfficialMethodsofAnalysis**. 16 ed. Arlington. v. 2, 1995, 474p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Arlington: AOAC. 16 ed, v.1, 1998, 371p.

BARNES, D.M.; KIRBY, Y.K.; OLIVER, K.G. Effects of Biogenic Amines on Growth and the Incidence of Proventricular Lesions in Broiler Chickens. **Poultry Science**. v. 80, p.906-911, 2001.

BELLAVER, C. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. In: Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal. Anais... Campinas-SP. p. 67-190, 2001.

BELLAVER, C. Uso de resíduos de origem animal na alimentação de frangos de corte. In: **Simpósio Brasil Sul de Avicultura 2**. Anais... Chapecó: ACAV-EMBRAPA, 2002. p. 6-22.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D.L. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos proteicos de origem animal. **Conferencia APINCO**, Santos SP, 2004. 21p.

BELLAVER, C.; COSTA, C.A.F.; AVILA, V.S.; FRAHA, M.; LIMA, G.J.M.M.; HACKENHAR, L.; BALDI, P. Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte. **Ciência Rural**. v.35, p. 671-677, 2005.

BELLAVER, C. Farinhas e gorduras de origem animal. In: REGINA, R. Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos. 1ed. São Paulo: Fundação Cargill. p.126-153, 2010.

BRASIL. Instrução Normativa Nº. 15 de 29 de outubro de 2003. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** (MAPA), Brasília, 2003.

BUTOLO, J.E. Ingredientes de Origem Animal. In: BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 2ed. Campinas: Mundo Agro Editora. p. 239-280, 2010.

CAPILLAS, C.R.; COLMENERO, F.J. Biogenic amines in meat and meat products. **Crit Rev Food Sci**. v. 44, p. 489-499, 2004.

CID, S.B.; ARRIZADO, M.J.M.; MORATALLA, L.L.L.; CAROU, M.C.V. Freezing of meat raw materials affects tyramine and diamine accumulation in spontaneously fermented sausages. **Meat Sci**. v. 72, p. 62-68, 2006.

CARDOZO, M.; LIMA, K.L.S.; FRANÇA, A.L.S.L. Aminas Biogênicas: Um problema de Saúde Pública. **Revista Virtual de Química**. v.2, n.5, p.149-168, 2013.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: SINDIRAÇÕES/ANFAL; Campinas: CBNA/SDR/MA.1998: 371 p.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: Sindirações/Anfal. Campinas CBNA/SDR/MA. 2004. 430 p.

DEN BRINKER, C. A. et al. Biogenic amines in Australian animal by-product meals. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v. 43, n. 2, p. 113–119, 2003.

DIAS, J.A. Exports - The Strategg of the Brazilian Animal Rendering Sector. In: GRISOLIA, A.V.S.; MACEDO, C.; CYPRIANO, L.; DIAS, J.A. The Rendering Industry Going Beyond. **Brazilian Renderers**. p. 10-13, 2016.

DIGGS, B.G.; BECKER, D.E.; JENSEN, A.H.;et al.. Energy value of various feeds for the young pig. **J. Anim. Sci**. v.24, p. 555-558, 1965.

FAO. Executive Summary; Expert Consultation and Workshop on Protein Sources for the Animal Feed Industry. Food and Agriculture Organization in association with the International Feed Industry Federation. Bangkok, Thailand, April 29 – May 2, 2002.

FARIA FILHO, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; FARIA, D.E.; ARAÚJO, L.F.; RIZZO, M.F. Avaliação dos tipos de farinha de carne e ossos sobre o desempenho de frangos de corte machos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas. v. 2, supl. 2, p.19, 2000.

FIRMAN, J.D. Rendered products in poultry nutrition. In: MEEKER, D.L. **Essential Rendering**. 1ed. Arlington: National Renderers Association. p. 125-139, 2006.

FRIDAY, M.L.; FIRMAN, J.D. Effects of Biogenic amines on Broiler Performance. **Journal Applied Poultry Science**. v. 8, p.408-413, 1999.

GOMES, J.D.F.; PUTRINO, S.M.; MARTELLI, M.R.; ISHI, M. DE P.; SOBRAL, P.J.A.; FUKUSHIMA, R.S. Morfologia de órgãos digestivos e não digestivos de suínos de linhagens modernas durante as fases de crescimento, terminação e pós terminação. **Acta Scientiarum Animal Science**. v. 29, n.3, p. 261-266, 2007.

HAMILTON, C.R.; KIRSTEIN, D. **National Renderers Association review**. 2002.

HAMILTON, C.R.; KIRSTEIN, D.; BREITMEYER, R.E. The rendering industry's biosecurity contribution to public and animal health. In: MEEKER, D.L. **Essential Rendering**. 1ed. Arlington: National Renderers Association. p. 71-94, 2006.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Área territorial Brasileira. IBGE: Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/principal.shtm>. Acesso em: 12/01/2017.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Séries históricas e estatísticas. Produção de origem animal - quantidade produzida Área territorial Brasileira. IBGE: Rio de Janeiro. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=0&vcodigo=PPM2&t=producao-origem-animal-quantidade-produzida>. Acesso em: 12/01/2017.

ISHIZUKA, M.M. Descrição sobre Disposição de Animais Mortos/Reciclagem. In: ISHIZUKA, M.M. Mitigando Riscos na Coleta de Carcaças de Suíno. 1ed. Brasília: **Associação Brasileira de Reciclagem Animal**. p. 49-84, 2015.

JENKINS, J.R. Evaluation of the rabbit urinary tract. **J Exotic Pet Med**. v.19, n.4, p. 271-279, 2010.

JORGE NETO, G. Qualidade nutricional do produto de graxaria avícola. In: **Abate e processamento de frangos**. Campinas:FACTA. p.115-128, 1994.

JOVER, T.H.; PULIDO, M.I.; NOGUÉS, M.T.V.; FONT, A.M.; CAROU, M.C.V. Biogenic amine and polyamine contents in meat and meat products. **J Agric FoodChem**. v. 45, p. 2098-2102, 1997.

KAROVIČOVÁ, J.; KOHAJDOVÁ, Z. Biogenic amines in food. **Chem Pap** . v. 59, n.1, p.70-79, 2005.

KORMANN, R.B.; MOREIRA, H.; CRESCENTE, G.; FOGGIATTO, J.A. Estudo experimental da biocompatibilidade de novo material para implante orbitário. **Arq Bras Oftalmol**. v.76, n.3, p.141-146, 2013.

KRABBE, L.E; WILBERT, C.A. Os passivos das cadeias de produção de proteína animal – animais mortos. **Avicultura Industrial**, Florianópolis, SC, ed. 1251, n.1, p. 24-31, 2016.

KUMMER, R.; GONÇALVES, M.A.D.; LIPPKE, R.T.; PASSOS, B.M.F.; MARQUES, P.; MORES, T.J. Fatores que influenciam o desempenho dos leitões na fase de creche. **Acta Scientiae Veterinariae**. v.37, p.195-209, 2009.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Nutrition of the chicken. Guelph: University Books. 4 ed, 2001, 590 p.

MAFESSONI, E.L. Manual prático para produção de suínos. Guaíba: Agrolivros 2014, 471 p.

MAIJALA, R.; NURMI, E.; FISCHER, A. Influence of processing temperature on the formation of biogenic amines in dry sausages. **Meat Sci**. v. 39, p. 9-22, 1995.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº34, de 28 de maio de 2008**. Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Higienística Sanitária e Tecnológica do Processamento de Resíduos de Animais e o Modelo de Documento de Transporte de Resíduos Animais. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=284275208>. Acesso em: 12/01/2017.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station. 1965, 11p.

MEEKER, D.L.; HAMILTON, C.R. An overview of the rendering industry. In: **Essential Rendering**. Arlington, Virginia: The National Renderers Association; The Fats and Proteins Research Foundation; The Animal Protein Producers Industry. p. 1-16, 2006.

MORATALLA, M.L.L.; CID, S.B.; TALON, R.; GARRIGA, M.; ZANARDI, E.; IANIERI, A.; FRAQUEZA, M.J.; ELIAS, M.; DROSINOS, E.H.; CAROU, M.C.V. Strategies to reduce biogenic amine accumulation in traditional sausage manufacturing. **LWT Food Sci Technol**. v. 43, p.20-25, 2010.

Os tipos e os efeitos da rancidez oxidativa em alimentos. **Food Ingredients Brasil** v.29, p.38-45, 2014 Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/379.pdf>. Acesso em 25/01/2018.

PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J.; WILLIAMS, I.H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Sciences**. v.51, p. 215-236, 1997.

PREMIER PIG PROGRAM. Alltech do Brasil. Curitiba-PR, 2007.

RACANICCI, A.M.C.; MENTEN, J.F.M.; IAFIGLIOLA, M.C. et al. Efeito da adição de antioxidante BHT e do armazenamento sobre a qualidade da farinha de carne e ossos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola** 2. v.2, p.155-161, 2000.

REBOUÇAS, A.S.; ZANINI, A.; KIPERSTOK, A.; PEPE, I.M.; EMBIRUÇU, M. Contexto ambiental e aspectos tecnológicos das graxarias no Brasil para a inserção do pequeno produtor na indústria da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, p.499-509, 2010.

RIBEIRO, J.N.; OLIVEIRA, T.T.; NAGEM, T.J.; FERREIRA JUNIOR, D.B.; PINTO, A.S. Avaliação dos parâmetros sanguíneos de hepatotoxicidade em coelhos normais submetidos a tratamento com antocianina e antocianina + naringenina. **Rev Bras Anal Clin** [Internet], 2006.

ROCHA, L.O.; SILVA, J.L.; RODRIGUES, C.P.F.; MASCARENHAS, A.G.; NUNES, R.C. Glicerina bruta nas rações para leitões na fase de creche. **Cienc. Anim. Bras.** v.17, n.1, p. 51-59, 2016. doi: 10.1590/1089-6891v17i126479

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2011; 3 ed: 252p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.L.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.L. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4 ed. Viçosa, MG:UFV, DZO, 2017; 4 ed: 488p.

RUTZ, F.; LIMA, G.L.M.M. Uso de antioxidantes em rações e subprodutos. In: **Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas**. Anais... FACTA. Campinas. p. 73-84, 1984.

SAKOMURA, N.K.; H.S. ROSTAGNO. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Funep, Jaboticabal, Brasil. 2007. 283 p.

SCHEUERMANN, G.N.; ROSA, P.S.; BELLAVER, C. Farinhas de origem animal: Vantagens e limitações do seu uso na alimentação de monogástricos. In: **Simpósio Catarinense de Nutrição Animal**., 2007. Anais... Chapecó-SC. p. 1-17.

SHANTHA, N.C.; DECKER, E.A. Rapid, Sensitive, Iron-Based Spectrophotometric Methods for Determination of Peroxide Values of Food Lipids. **Journal of AOAC International**, v.77, p.421-424, 1994.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. 235p.

SMELA, D.; PECHOVA, P.; KOMPRDA, T.; KLEJDUS, B.; KUBAN, V. LiquidChromatographicDeterminationofBiogenicAmines in a MeatProductduringFermentationandLong-termStorage. **CzechJournalFoodSciences**. v.21, n.5, p 167-175, 2003.

SMITH, T.K. Effect of dietary putrescine on whole body growth and polyamine metabolism. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.** p.194-332,1990.

SOUSADIAS, M.G; SMITH, T.K. Toxicity and growth-promoting potential of spermine when fed to chicks. **J. Anim. Sci.** v.73, p.2375-2381,1995.

STADNIK, J.; DOLATOWSKI, Z. J. Biogenic amines in meat and fermented meat products. **ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v.9, n.3, p.251-263, 2010.

STATISTIX 10. Analytical Software PO Box 12185, Tallahassee, FL 32317, 2016.

TAMIM, N. M.; DOERR, J. A. Effect of Putrefaction of Poultry Carcasses Prior to Rendering on Biogenic Amine Production. **Journal of Applied Poultry Research**, n.12, p.456-460, 2003.

TROUTT, H.F.; SCHAEFFER, D.; KAKOMA, I.; PEARL, G.G. Prevalence of Selected Foodborne Pathogens in Final Rendered Products. Fats and Proteins Research Foundation (FPRF). Inc., Directors Digest. 312, 2001.

XAVIER, S.A.G. Farinha de penas e sangue e de vísceras em diferentes inclusões nas rações de frangos e seus efeitos no desempenho, digestibilidade e morfometria intestinal. Goiânia. Universidade Federal de Goiás, Dissertação de Mestrado,2005. 51 p.