

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ESTUDOS SOBRE A QUALIDADE DA FARINHA E ÓLEO DE VÍSCERAS DE  
FRANGO PARA USO EM *PET FOOD*

Autor: João Henrique Alves de Souza  
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcellos  
Co-orientador: Prof. Dr. Leandro Dalcin Castilha

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Fevereiro – 2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ESTUDOS SOBRE A QUALIDADE DA FARINHA E ÓLEO DE VÍSCERAS DE  
FRANGO PARA USO EM *PET FOOD*

Autor: João Henrique Alves de Souza  
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcellos  
Co-orientador: Prof. Dr. Leandro Dalcin Castilha

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Produção Animal ou Nutrição de Animais de Companhia.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Fevereiro- 2021

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

S729e

Souza, João Henrique Alves de

Estudos sobre a qualidade da farinha e óleo de vísceras de frango para uso em *pet food* / João Henrique Alves de Souza. -- Maringá, PR, 2021.  
65 f.: il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcellos.

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Dalcin Castilha.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2021.

1. Farinha e óleo de vísceras de frango - Estabilidade oxidativa. 2. Farinha e óleo de vísceras de frango - Qualidade nutricional. 3. Farinha e óleo de vísceras de frango - Processamento. I. Vasconcellos, Ricardo Souza, orient. II. Castilha, Leandro Dalcin, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

CDD 23.ed. 636



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ESTUDOS SOBRE A QUALIDADE DA FARINHA E ÓLEO  
DE VÍSCERAS DE FRANGO PARA USO EM PET FOOD

Autor: João Henrique Alves de Souza  
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcellos

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADO em 27 de fevereiro de 2021.

Prof. Dr. Leonir Bueno Ribeiro

Profª Drª Kassia Amariz Pires  
Menolli

*RICARDO S. VASCONCELLOS*

Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcellos  
Orientador

*O mundo é um lugar perigoso de se viver, não por causa daqueles que fazem o mal, mas sim por causa daqueles que observam e deixam o mal acontecer.*  
*Albert Einstein*

*À minha mãe Eide Mara Alves de Souza,  
À meu pai, João Luis de Souza*

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que nas noites mais difíceis trouxe conforto e calma ao meu espírito, para que a cada dia conseguisse superar minhas etapas e provações.

À Empresa Kemin Industries (Nutrisurance), pela oportunidade oferecida e apoio para a realização deste estudo.

À Universidade Estadual de Maringá, por ter me possibilitado desenvolver este trabalho.

Ao Departamento de Zootecnia e ao Programa de Pós-Graduação da UEM, pela imensa ajuda recebida durante a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcellos, pela dedicada orientação, pela confiança, apostando e trazendo apoio.

Ao meu professor e amigo, Dr. Leonir Bueno Ribeiro, que durante o desenvolvimento desse trabalho, muito me ensinou.

A minha amiga Mayara Uana que em todos os momentos muito me ajudou e me incentivou.

Agradeço aos técnicos do laboratório de análise de alimentos (LANA), Angélica, Augusto e Osvaldo, pessoas a quem eu só tenho a agradecer uma vez que me ajudaram em todas as análises realizadas no LANA.

Agradeço a todos os meus amigos que foram sempre e sempre serão muito importantes na minha vida, alegrando meus dias e sempre estando presentes.

Agradeço aos meus Pais, João Luís de Souza e Eide Mara Alves de Souza, que apesar de tudo nunca desistiram de mim, sempre confiaram em mim. Eu tenho muito orgulho de dizer que vocês são meus maiores exemplos de honestidade e é em vocês que eu me espelho para que eu seja uma pessoa melhor a cada dia que passa, e sem vocês nada disso seria possível. A todos os amigos que me ajudaram na minha formação e realização deste trabalho.

Aos demais professores e colaboradores do departamento de Zootecnia e Pós-Graduação, que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

João Henrique Alves de Souza, filho de João Luís de Souza e Eide Mara Alves de Souza, nasceu em Maringá - Paraná, no dia 02 de agosto de 1991.

Em 2009 iniciou o curso de Administração com ênfase em análise de sistemas Faculdade Maringá, CESPAP, Brasil, sendo graduado em 2014.

Em 2012, iniciou o Curso de Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá, graduado no ano de 2017.

Iniciou o mestrado em produção animal no ano de 2018 na universidade estadual de Maringá.

Em fevereiro de 2021, submeteu-se à banca examinadora para defesa da dissertação de mestrado.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	IX
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	15
2.1 Farinhas de vísceras de aves.....	15
2.2 Processamento de farinhas de vísceras.....	16
2.3 Fatores que afetam a qualidade nutricional de farinhas de vísceras.....	17
2.4 Oxidação lipídica de farinhas de vísceras.....	18
2.5 Aditivos conservantes para farinhas de origem animal.....	19
2.6 Aditivos antimicrobianos para farinhas de origem animal.....	22
3. LITERATURA CITADA.....	25
4. OBJETIVO GERAL.....	29
CAPITULO II.....	30
Resumo.....	31
Abstract.....	33
5. INTRODUÇÃO.....	35
6. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
Experimento 1: Efeito do tempo de espera das vísceras para o processamento e do uso de aditivos antimicrobianos sobre a qualidade do óleo de vísceras de aves.....	38
6.1 Delineamento e Tratamentos.....	38
6.2 Produção e extração do óleo de vísceras de aves.....	39
6.3 Análises laboratoriais.....	40
6.4 análises estatísticas.....	42
Experimento 2: Efeito de diferentes antioxidantes sintéticos ou naturais sobre a estabilidade oxidativa do óleo de vísceras de frango medido em reator de oxidação.....	43
6.5 Delineamento e tratamentos.....	43
6.6 Condições de processamento.....	44
6.7 Análises laboratoriais.....	45
6.8 análises estatísticas.....	46
Experimento 3: Efeito da temperatura de processamento sobre a estabilidade oxidativa do óleo e digestibilidade in vitro da farinha de vísceras de frango.....	46
6.9 Amostragem e condições de processamento.....	46
6.10 Delineamento e Tratamentos.....	47
6.11 Análises laboratoriais.....	47
6.12 análises estatísticas.....	48
7. RESULTADOS.....	48
8. DISCUSSÃO.....	56
9. CONCLUSÃO.....	62
10. LITERATURA CITADA.....	63

## LISTA DE TABELAS

*Experimento 1: Efeito do tempo de espera das vísceras para o processamento e do uso de aditivos antimicrobianos sobre a qualidade do óleo de vísceras de aves*

Página

Tabela 1.	Composição química analisada e rendimento em processo do óleo de vísceras de aves cujo material cru foi submetido a diferentes tempos de espera para o processamento.....	49
Tabela 2.	Concentração analisada de antioxidantes nas amostras de óleo de vísceras do tratamento Controle processados em diferentes tempos de espera.....	49
Tabela 3.	Perfil de ácidos graxos nas amostras de óleo de vísceras do tratamento Controle processados em diferentes tempos de espera.....	50
Tabela 4.	Concentração de índice de peróxido (mEq/kg) inicial do óleo de víscera de frango em diferentes tempos de espera para o processamento e diferentes tratamentos com antimicrobianos.....	51
Tabela 5.	Concentração de índice de Acidez inicial do óleo de víscera de frango em diferentes tempos de espera para o processamento e diferentes tratamentos com antimicrobianos.....	52

*Experimento 2: Efeito de diferentes antioxidantes sintéticos ou naturais sobre a estabilidade oxidativa do óleo de vísceras de frango medido em reator de oxidação*

Página

Tabela 6.	Concentração analisada de antioxidante nas amostras de óleo de vísceras de aves preservadas com diferentes antioxidantes.....	53
Tabela 7.	Estabilidade oxidativa do óleo de vísceras de aves preservada com diferentes antioxidantes em três diferentes temperaturas no reator de oxidação (110, 120 e 130°C).....	54

*Experimento 3: Efeito da temperatura de processamento sobre a estabilidade oxidativa do óleo e digestibilidade in vitro da farinha de vísceras de frango* ESTABILIDADE OXIDATIVA DE

Página

Tabela 8.	Composição bromatológica da farinha de vísceras de aves processada em 3 diferentes temperaturas.....	54
Tabela 9.	Estabilidade oxidativa do óleo de vísceras do Tratamento Controle de aves processado em 3 diferentes temperaturas (103, 108 e 113°C) .....	55

Tabela 10. Digestibilidade in vitro da matéria orgânica da farinha de vísceras de aves processada em 3 diferentes temperaturas (103, 108 e 113°C) .....	55
---	----

## **CAPÍTULO I**

### **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil se destaca como um dos principais países na produção mundial de proteína de origem animal, situado entre os líderes mundiais na produção de carne bovina, suína, e de aves, além de possuir grande destaque na produção de pescados. Em 2017 foram abatidos 31 milhões de cabeças bovinas, 5,84 bilhões de cabeças de frango, mais de 43 milhões de cabeças suínas e produzidos quase 700 mil toneladas de peixes. A parte aproveitada dos animais recebe o nome de carcaça, que é representada pelo animal abatido, sangrado, esfolado, eviscerado, desprovido de cabeça, patas e rabada, dentre algumas características peculiares a cada tipo animal. As partes que não são aproveitadas para o consumo humano são denominadas como resíduos nesta etapa da cadeia, representado principalmente por cabeça, sangue, vísceras, penas, cascos, aparas de gorduras, além de resíduos de processamento ou industrialização da carcaça. (Abra, 2018).

A avicultura brasileira obteve resultados satisfatórios em 2019, com 13,15 milhões de toneladas, 2,3% a mais do que a produção no ano anterior (ABPA, 2020). Cerca de 45% das aves são constituídas por “sobras” como cabeça, pés, penas, sangue, ossos, pulmões e intestinos essas partes não são utilizadas para o consumo humano, sendo assim classificadas como resíduos e necessitam de um descarte apropriado, estes subprodutos têm a possibilidade de serem processados e transformado em alimentos com bom valor biológico assim podem ser utilizados na alimentação animal. Farinha de vísceras, farinha de penas, e farinha de sangue são alguns destes subprodutos resultantes do reaproveitamento e utilizados na indústria de rações avícolas, aquícola e de animais de companhia. (Meeker, 2009)

Como alternativa para a destinação correta desses resíduos, há mais de um século existe o setor de reciclagem animal, composto por graxarias e empresas de processamento, que comercializam produtos não destinados à alimentação humana (Pacheco, 2006).

Em 2018, a indústria brasileira de reciclagem animal processou cerca de 12,5 milhões de resíduos de origem animal, originando aproximadamente 5,3 milhões de toneladas de farinhas e gorduras, destinadas principalmente para a alimentação de animais de produção, como aves, suínos e peixes (Abra, 2019).

No Brasil, é obrigatório que sejam aproveitadas as carcaças, partes de carcaças e órgão de animais condenados, varredura em geral, restos e recortes de todas as seções do estabelecimento, destinados para fabricas de coprodutos não comestíveis. O setor de produção de alimentos provenientes de subprodutos é fiscalizado pelo Ministério da Agricultura e deve atender toda legislação referente à qualidade e segurança do produto,

aplicando todos os programas de autocontrole como Boas Práticas de Fabricação (BPF), Procedimentos Padrões de Higiene Operacional (PPHO), Procedimentos Sanitários Operacionais (PSO) e Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) (Brasil, 2017).

Quando comparados aos ingredientes de origem vegetal, as farinhas de origem animal (FOA), tais como de vísceras de aves, de peixes e de carne e ossos bovina apresentam melhor palatabilidade, porém, a sua alta variabilidade na composição química, estabilidade oxidativa e nos coeficientes de digestibilidade limitam a utilização destes ingredientes (Carciofi, 2008). Uma vez que o fator que mais interfere na composição química das FOAs é o teor de minerais, logo, a produção de ingredientes com baixos teores de cinzas tem sido uma alternativa viável na nutrição animal.

As indústrias de alimentos para animais de companhia enfrentam alguns obstáculos na produção e comercialização dos alimentos com melhor qualidade e competitividade no mercado. Alguns problemas que são corriqueiros na qualidade de Pet food estão relacionados a presença de contaminantes de ordem microbiológicas e seus produtos, alguns compostos químicos que possuem ação farmacológica e ainda produtos que não atende a especificação nutricional ou problema relacionados a vida de prateleira (FDA, 2018).

É possível observar uma grande variação ao que se refere o valor nutricional das farinhas de víscera de aves, isso nos leva a necessidade de buscar através de boas práticas de fabricação mecanismos para padronizar as fabricas que produzem farinhas de vísceras de aves e obter um produto com índices aceitáveis a serem incorporados nas rações utilizadas em animais não ruminantes (Buloto 2002).

Existe a necessidade de um amplo controle de qualidade das matérias primas que serão utilizadas no processo de fabricação de alimentos para animais de companhia, sendo esse a primeira barreira para reduzir os problemas de qualidade que possam afetar o produto acabado (Dozier III et al., 2003; Laflamme et al., 2014).

As indústrias de alimentos para animais de companhia têm o desafio de oferecer alimentos cada vez melhores do ponto de vista nutricional e de segurança alimentar, frente a exigência cada vez maior do mercado consumidor (Carciofi, 2008; Laflamme et al., 2014). Estes problemas são alvo de reclamações dos clientes em relação a problemas de rejeição, tendo um impacto comercial nas empresas (Volpato, 2014; Lima, 2015).

A proteína é um dos mais importantes nutrientes na alimentação animal, por conta disso a ração deve sempre ser balanceada afim de que os aminoácidos estejam sempre em

equilíbrio, se forem fornecidos em excesso tendem a provocar uma queda no desempenho produtivo, de modo que fiquem no organismo sem sofrer catabolismo e sejam então excretados, em contrapartida a suplementação deficiente desses aminoácidos pode ser um fator determinante para o crescimento dos animais (Suida, 2001).

Os alimentos extrusados para animais de companhia, e em específico cães e gatos, possuem na sua composição ingredientes de origem animal, como farinha de vísceras de aves, óleo de vísceras de aves, sebo bovino, farinha de carne e ossos bovina e óleo e farinha de peixes. Esses ingredientes, possuem uma fração lipídica, que apresenta elevada susceptibilidade aos processos deteriorativos, como auto oxidação, e que prejudica sua qualidade nutricional comprometendo sua vida de prateleira (Jamdar & Harikumar, 2005; Laflamme et al., 2014; Meeker & Meisinger, 2015; Turek et al., 2003).

O processamento para a obtenção da farinha e óleo deve ser iniciado o quanto antes, entre a evisceração e a entrada no digestor, para que sejam preservadas suas características desejáveis (Laflamme et al., 2014).

Alguns fatores relacionados com a criação, o transporte de frangos para os frigoríficos até a fabricação propriamente dita da farinha, possui a capacidade de afetar as características do produto final. Estes fatores fazem com que as farinhas de origem animal não possuam uma uniformidade de produção e de qualidade (Carciofi, 2008). Além de diferirem na composição química, sendo isso atribuído a natureza do tecido animal, existem também diferenças através dos métodos de processamento. O método denominado clássico de processamento da matéria prima é através da cocção fazendo com que a matéria prima seja cozida a temperatura entre 110°C a 130°C por aproximadamente 90 minutos, depois da extração da gordura, o produto resultante é seco e triturado (Holanda, 2009).

Os fatores que tendem a afetar diretamente a qualidade da farinha de víscera de aves seriam: conteúdo de digestas e excreta dos animais abatidos, contaminação de agentes microbiológicos, oxidação, tempo entre abate e o processamento da farinha de víscera de aves, a grande variação do material constituinte das farinhas de vísceras e a lotação do digestor (Bellaver, 2010; Kawauchi, 2012).

A obtenção de padrões para estes ingredientes do ponto de vista da composição química nutricional e a obtenção de parâmetros de processamento tendem a trazer a obtenção de ingredientes com vida de prateleira maior e com baixos níveis de deterioração microbiana, isso acabaria trazendo a agregação de valores as farinhas de origem animal. (Dozier III et al., 2003; Cardozo, 2011).

Nesse contexto seria necessário que sejam realizadas pesquisas que venham a contribuir com a elaboração de estratégias que visem padronizar a produção de farinhas de origem animal elevando assim a sua qualidade e melhorando a sua uniformidade.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Farinhas de vísceras de aves

A denominada Farinha de víscera de aves é o produto que resulta da cocção, prensagem e moagem de vísceras de aves, é permitido a inclusão de cabeças e pés. Não deve apresentar penas, salvo as que estão presentes de forma não intencional, e nem resíduo de incubatórios e de outras matérias que sejam diferentes a sua composição. Não deve apresentar resíduos de casca de ovo, o teor de proteína normalmente varia de 55 a 65% tendo sua cor num tom dourado a marrom, devendo seguir a composição estipulada (Compêndio brasileiro de alimentação animal, 2009).

A farinha de víscera de aves é apresentada comercialmente como um material desidratado, com teor de umidade inferior a 5% e na forma de farinha, com granulometria variável, usualmente inferior a 2,5 mm. É obtida pelo cozimento da matéria-prima originada do abate, constituída por partes cárneas, vísceras, cabeças, pés e demais órgãos, com exceção das penas e do sangue, removidos respectivamente na depenagem e sangria animal. A matéria prima utilizada deve ser coletada em estabelecimentos fiscalizados por órgãos competentes e seu processamento deve ocorrer conforme as normas estabelecidas pelo Ministério da agricultura pecuária e abastecimento (MAPA) (Holanda, 2009). Por se tratar de um produto resultante do processamento de resíduos contaminados com micro-organismos do trato digestório e possuir elevado teor de gordura mono e poli-insaturada em sua composição, este ingrediente é facilmente deteriorado por processos oxidativos e possui alto risco de contaminação cruzada microbiana, por *Salmonella spp* e coliformes. Isto ocorre de forma mais alta em estabelecimentos com falhas nos procedimentos de Boas Práticas de Fabricação (Bassoi, 1994; Ferroli, 1999).

Tipicamente existem três tipos de farinhas de vísceras de aves comumente utilizadas em Pet food, segundo classificação da Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET, 2017)

A. Farinha de Vísceras Standard (*HighAsh*): Produto resultante do processamento de vísceras de aves, sendo permitida a inclusão de cabeças e pés. No entanto, não é permitida

a inclusão intencional de penas, resíduos de incubatório e outras matérias estranhas a sua composição. Não apresentando contaminação com casca de ovo.

B. Farinha de Vísceras *Low Ash*. Produto composto de papo, traqueia, esôfago, intestinos, cloaca, órgãos reprodutores, bile, pulmão e pele, e baixa inclusão de partes ósseas, a fim de garantir os níveis máximos de matéria mineral.

C. Farinha de Vísceras com Ossos: É o produto semelhante à farinha de vísceras com a inclusão de ossos e cartilagens obtidos como resíduos da carne mecanicamente separada (CMS).

Embora estes ingredientes sejam produzidos e usados na alimentação animal algum tempo e classificações como esta venham para auxiliar um processo de padronização de ingrediente, os desafios com relação a variabilidade de composição química, contaminação microbiana e oxidação dentro de cada um destes tipos de farinhas são muito relevantes e representam um obstáculo para a qualidade deste ingrediente. Para isto, estudos que envolvem monitoramento ou melhorias nos processos industriais e o uso de aditivos que auxiliem na qualidade microbiana e oxidativa são muito relevantes.

## 2.2 Processamento de farinhas de vísceras

Após a evisceração das aves para o consumo humano, todo material descartado, considerado resíduo dos frigoríficos, é direcionado para a produção de farinha de víscera de aves. Este material segue duas vias, dependendo do estabelecimento processador de farinha. Estes são classificados em processadores Interligados ou Coletadores. Em unidades consideradas interligadas, após a evisceração das aves, todo o conteúdo destinado a farinhas é rapidamente conduzido para a unidade processadora de subprodutos, a qual está interligada ao frigorífico. Para unidades classificadas como Coletadoras, o material é direcionado ao carregamento de caçambas de transporte, normalmente feito por caminhões. Este carregamento em caminhões é feito de forma contínua à medida que as vísceras são produzidas. Uma vez carregado o caminhão, o material segue para a indústria processadora de subprodutos (Ribeiro, 2018), a qual apresenta distância variável da unidade frigorífica.

Ambos os sistemas de produção da farinha de víscera estão sujeitos a Legislação Federal, instituída pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2008), a qual estabelece que as matérias primas devem ser processadas em no máximo 24 horas. A norma também se refere no controle sobre misturas de partes dos resíduos, bem como parte de espécies diferentes, para esses aspectos existe o controle de variáveis sensoriais e analíticas,

sendo elas realizadas por laboratórios que realizam testes físico-sensoriais e químicas. (Bellaver 2009). Apesar de ser estabelecido o prazo de 24 horas para o processamento do material cru, é possível que este período seja elevado para se evitar um processo putrefativo do material.

Nas fábricas de subprodutos, o material resultante do abatedouro é depositado em silos que alimentam os digestores, denominados “tolva”. Desta forma, o material presente nestes silos é transportado aos digestores para então serem processados termicamente para a produção da farinha e óleo de vísceras de aves. Para auxiliar na elevação da temperatura de cozimento/fritura das vísceras, frequentemente quantidades variáveis de óleo de víscera de frango é incluído no digestor em grande parte das unidades processadoras. Porém, a adição de óleo de víscera de frango para iniciar o processo nem sempre é adotada, ficando a critério da unidade processadora a utilização ou não de óleo e a quantidade a ser adicionada não possui uma medida padrão. Durante o processamento, as altas temperaturas dos digestores fazem a remoção do máximo de umidade promovendo a fritura do material. Desta forma, o tempo de processo é variável, dependendo da quantidade inicial de água do material, enchimento do digestor, quantidade de óleo adicionado no digestor, entre outros (Ferrolí, 1999).

Ao atingir as condições finais de processo, as quais variam de acordo com o estabelecimento, todo o material do digestor é descarregado nos percoladores como uma massa liquefeita devido as elevadas temperaturas e grande quantidade de óleo livre. O excesso de óleo é drenado e então, após a temperatura ser reduzida para valores próximos a 70°C o material é conduzido para a prensagem e extração do excesso de óleo, separando por meio desta etapa a farinha de vísceras do óleo de vísceras de aves. A farinha ainda apresenta uma granulometria grosseira nesta etapa e então é moída para uniformizar melhor o material e o óleo pode ser direcionado a etapa de centrifugação para evitar separação de fases. Aditivos antimicrobianos e antioxidantes geralmente são aplicados na farinha após a prensagem visando que o material seja estabilizado e apresente maior vida de prateleira.

### **2.3 Fatores que afetam a qualidade nutricional de farinhas de vísceras**

Ter um controle sobre a qualidade das matérias primas e subprodutos é um dos pontos chaves para que se obtenham farinhas de boa qualidade, uma vez que um ingrediente de qualidade ruim não resultara em uma farinha de boa qualidade, a variação da qualidade

das farinhas de vísceras está relacionada a diferentes qualidades das matérias primas, bem como dos métodos utilizados no processamento (Bellaver, 2001).

Os principais aspectos que afetam a digestibilidade das farinhas de vísceras são: a composição química, o processamento e a presença de contaminantes (Zarei et al., 2014). Dentre os fatores que influenciam a qualidade das farinhas de origem animal, os de maior importância são a umidade, alta temperatura e tempo em excesso no digestor, moagem, excesso de gordura, contaminações, tempo entre o sacrifício e processamento da farinha, proteína bruta, acidez, índice de peróxidos e contaminação microbiana (Giongo, 2017).

A composição química pode afetar a digestibilidade dependendo dos constituintes da farinha de vísceras, que podem ser: carne e ossos, conteúdo visceral (órgãos digestivos, reprodutivos e respiratórios), gorduras e pele e resíduo de carne mecanicamente separada (RCMS). Cada um desses constituintes apresenta características e composição química distintas em gordura, proteína e matéria mineral, afetando diretamente a composição química final das farinhas de vísceras e, conseqüentemente, os teores de energia metabolizável e digestibilidade aparente dos nutrientes (Zarei et al., 2014).

#### **2.4 Oxidação lipídica de farinhas de vísceras**

A oxidação lipídica acontece em três etapas, a primeira etapa ou iniciação acontece da interação com um iniciador com o oxigênio, que se ativado reage retirando um átomo de hidrogênio do carbono metilênico. Esta remoção resulta na formação de radicais alílicos, após reorganização dão origem a um dieno conjugado, a segunda etapa ou a propagação leva a formação de diversos peróxidos, que podem ser mensurados e servem de índice de oxidação lipídica em alimentos. Uma vez que os peróxidos são instáveis, a mensuração é limitada as fases iniciais da oxidação lipídica. Na terceira etapa de terminação, os radicais livres que foram formados se ligam e produzem compostos estáveis, os produtos finais da decomposição são derivados de hidroperóxidos, como álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres e hidrocarbonetos, além de produtos resultantes de dimerização e polimerização. Nesta etapa, todo material é degradado, levando à decomposição total do produto e gerando odor rançoso, proveniente das moléculas voláteis (Camargo et al., 2020)

Para tanto, a estabilidade oxidativa tem sido um parâmetro para avaliação da qualidade de um produto, a qual auxilia na estimativa da vida de prateleira do ingrediente (Lima, 2015).

A suscetibilidade ao processo oxidativo é determinada pelo equipamento *Rancimat*®, do fabricante *Metrohm*, e baseia-se na detecção de produtos voláteis de oxidação. Inicialmente ocorre a passagem de um fluxo de ar constante através da amostra aquecida. Os compostos voláteis formados durante o processo de oxidação com o ar são conduzidos a uma célula de medida contendo água deionizada na qual a condutividade é constantemente monitorada. É possível obter uma curva da condutividade em função do tempo, cujo ponto de inflexão corresponde na escala de tempo ao período de indução. Este ponto é indicado pela interseção entre as duas retas tangentes à curva de condutividade (*Metrohm information issue*, 2007).

Ao se medir a estabilidade oxidativa somente no teste de *Rancimat*®, pode ser inadequada, pois este equipamento avalia apenas a tendência de produção de produtos voláteis e acaba não levando em consideração alguns polímeros e depósitos que são gerados. (Xin e Saka, 2010).

## **2.5 Aditivos antioxidantes para farinhas de origem animal**

A oxidação lipídica que ocorre nos produtos alimentares é uma das principais preocupações em Tecnologia de Alimentos. É responsável por odores e sabores desagradáveis nos produtos, com conseqüente diminuição da segurança e qualidade nutricional, causados pela formação de compostos potencialmente tóxicos. A prevenção é economicamente importante e fundamental (Tsai et al., 2005).

São utilizados os aditivos ditos conservantes como por exemplo os antioxidantes, a fim de inibir a oxidação lipídica de gorduras com perdas de ácidos graxos essenciais, vitaminas lipossolúveis e prejuízos nas características organolépticas dos produtos (Ramalho e Jorge, 2006)

Os antioxidantes apresentam-se como uma alternativa para prevenir a deterioração oxidativa dos alimentos e minimizar os danos oxidativos nos seres vivos. Como o emprego de antioxidantes sintéticos na indústria de alimentos tem sido alvo de questionamentos quanto à inocuidade, demonstrando a possibilidade desses antioxidantes apresentarem alguma toxidez (Bauer et al., 2001), pesquisas encontram-se voltadas para a busca de compostos naturais que exibam esta propriedade funcional (Melo & Guerra, 2002).

Os antioxidantes têm por definição serem substâncias que se estiverem presentes em pequenas concentrações se comparados a de um substrato oxidável, atrasa ou previne significativamente a oxidação desse substrato (Zicker et al., 2006)

Antioxidantes atuam controlando a fase inicial de oxidação, dificultando ao máximo o desencadeamento de tal processo, nesse sentido precisamos entender perfeitamente o processo de produção de farinhas e gorduras animais. Antioxidantes tem sua origem sintética ou natural, que são capazes de se unirem aos radicais livres e inibir ou retardar a oxidação, um antioxidante natural possui sua origem de um composto orgânico que está presente em vegetais ou em alguns alimentos, já os sintéticos têm a sua origem quando a sua molécula é criada quimicamente em laboratório. Em ambos os casos tendem a ser adicionados em óleos e gorduras e alguns outros produtos a fim de prevenir ou retardar a oxidação, deterioração ou a rancificação. Para maximizar os resultados deve ser feito o mais cedo possível, de preferência na produção das farinhas, pois têm a capacidade de prevenir as oxidações e não de reverter as oxidações ou rancificação já existentes (Belleaver, 2019).

Os compostos antioxidantes de origem sintética que são mais utilizados na indústria de alimentos, são butil-hidroxi-anisol (BHA), butil hidroxi-tolueno (BHT), tércio-butilhidroxiquinona (TBHQ), tri-hidroxi-butilfenona (THBP) e propil galato (PG) (Souza et al., 2007). Possuem estrutura fenólica que ao doar um próton a um radical livre regenera a molécula de aciglicerol e interrompe a onda de oxidação, e seus derivados fenólicos são transformados em radicais livres que possuem a capacidade de se estabilizar sem se promover ou propagar as reações de oxidação. (Buck, 1981).

O BHA (butil-hidroxi-anisol) é um dos antioxidantes mais eficazes e estáveis em alimentos, sendo bastante utilizado devido a sua resistência a altas temperaturas durante o processamento O TBHQ mostra-se mais eficiente em óleos vegetais, é mais estável que BHA e BHT em temperaturas elevadas, sendo considerado melhor antioxidante para óleos de fritura e produtos fritos (Araújo, 2004).

Mesmo sendo os antioxidantes sintéticos benéficos a preservação de oxidação em alimentos, sua utilização tem sido restringida por associação a possíveis efeitos adversos em animais experimentais, como efeito carcinogênico, hiperplasia gastrointestinal, e associado a redução dos níveis de hemoglobina e hiperplasia de células basais (Ramalho & Jorge 2006).

O Brasil controla o uso desses antioxidantes através do Ministério da Saúde que limita a 200 mg.kg<sup>-1</sup> para BHA e TBHQ e 100 mg.kg<sup>-1</sup> para BHT como concentrações máximas permitidas (Reishe et al., 1997).

Os compostos antioxidantes de nomenclatura naturais que são oriundos de diferentes partes das plantas. Devido à presença de componentes fenólicos, como

flavonoides, ácidos fenólicos e tocoferol, que retardam a oxidação e apresentam sinergismo com antioxidantes sintéticos (Abreu et al., 2012).

O tocoferol, por ser um dos mais potentes antioxidantes naturais é amplamente aplicado como meio para inibir a oxidação dos óleos e gorduras comestíveis, prevenindo a oxidação dos ácidos graxos insaturados. A legislação brasileira permite a adição de 300 mg/kg de tocoferóis em óleos e gorduras, como aditivos intencionais, com função de antioxidante. Os tocoferóis estão presentes de forma natural na maioria dos óleos vegetais, em alguns tipos de pescado e atualmente são fabricados por síntese (Ramalho e Jorge, 2006).

Os antioxidantes podem ser classificados em primários, sinergistas, removedores de oxigênio, biológicos, agentes quelantes e antioxidantes mistos (Ramalho e Jorge, 2006). Os agentes primários promovem a remoção e/ou inativação dos radicais livres, formados durante o processo de oxidação, sendo os principais os polifenóis, como: propil galato, etoxiquin, TBHQ (Terc-Butil- hidroquinona), BHT (Butil hidroxi-tolueno) e BHA (Butil-hidroxi-anisol) (Ramalho e Jorge, 2006; NRC, 2006). Existem ainda os tocoferóis, que também são agentes primários, porém apresentam a vantagem, de serem compostos naturais e, da mesma forma que os químicos, apresentam boa capacidade antioxidante (Ramalho e Jorge, 2006; NRC, 2006).

Os agentes sinergistas são substâncias com baixa atividade antioxidante, quando utilizados em separado, porém podem melhorar a atividade dos antioxidantes primários, se utilizados em conjunto (Ramalho e Jorge, 2006).

Os removedores de oxigênio, conforme o nome sugere, são compostos que atuam capturando o oxigênio presente no meio, através de reações químicas estáveis tornando-os, indisponíveis para atuarem como propagadores da auto-oxidação. Dentre esses, pode-se citar glucose oxidase, superóxido dismutase e catalases. Os agentes quelantes e/ou sequestrantes complexam íons metálicos, principalmente cobre, ferro e magnésio, sendo, estes os catalizadores do processo de oxidação lipídica, e nesse grupo os mais comuns são ácido cítrico e seus sais, fosfatos e sais de ácido etileno diamino tetra acético (EDTA), que geralmente são utilizados como parte de veículo, para aplicação de antioxidantes primários (Ramalho e Jorge, 2006; NRC, 2006). Os antioxidantes mistos são caracterizados por compostos de plantas e animais, por isso a denominação. Entre estes, estão várias proteínas hidrolisadas, flavonoides e derivados de ácido cinâmico (ácido cafeico).

## 2.6 Aditivos antimicrobianos para farinhas de origem animal

De acordo com a European Food Safety Authority (EFSA) (2008), a *Salmonella spp.* foi considerada o maior perigo microbiológico passível de estar presente na ração animal, sendo as farinhas de oleaginosas e de origem animal os ingredientes com maior risco de introduzir a contaminação por *Salmonella spp.*

O uso indiscriminado de antibióticos como promotores de crescimento fez com que tivesse um aumento no número de casos de enterite necrótica aviária pelo mundo, como tentativa de um controle sobre os microrganismos, a legislação autorizou que fossem empregados o uso de substâncias químicas nas rações e em farinhas de origem animal (EFSA, 2006). Algumas substâncias estão sendo testadas, entre elas ácido acético, ácido propiônico, ácido cítrico, etanol, formaldeído, ácido fórmico, álcool, acetato de zinco e propionato de zinco (Ricke et al., 2005).

Os aditivos bactericidas devem ser estáveis até o momento do consumo. Entretanto, esses compostos devem ser metabolizados ou não serem absorvidos, evitando resíduos em carne e ovos dos animais que receberam o tratamento (EFSA, 2008).

Os ácidos orgânicos são relativamente estáveis nos alimentos, e alguns deles ocorrem naturalmente em organismos vivos, especialmente no trato digestivo. São frequentemente selecionados para uso na alimentação animal porque são metabolizados pelos animais beneficiários e não deixam resíduos nos alimentos comercializados (Wales, 2010).

Com a finalidade de reduzir ou eliminar as contagens de patógenos, especialmente *Salmonella*, em produtos cárneos após o abate, muitos tratamentos físicos e antimicrobianos têm sido sugeridos. Os mais importantes são os tratamentos térmicos, lavagens com compostos oxidantes como hipoclorito, ácido peracético e peróxido de hidrogênio, entre outros, aplicação de bacteriocinas ou bactérias ácido lácticas, antimicrobianos naturais extraídos de especiarias e lavagem com ácidos orgânicos (ácido láctico, acético, cítrico, málico e propiônico) (Leistner, 2000).

Os ácidos orgânicos têm sido utilizados para a descontaminação de produtos bovinos, suínos e de aves de várias bactérias, incluindo *Salmonella spp.* Estudos recentes descrevem novos tratamentos com ácidos orgânicos utilizando uma tecnologia de barreiras apropriada para inibir *Salmonella spp.* (Mani-lópez, et al. 2012).

O ácido láctico provavelmente é um dos ácidos com maior amplitude de distribuição na natureza e um dos principais ácidos que é observado nos processos fermentativos

naturais, sendo considerado uma substância *Generally Recognized as Safe* (GRAS) com sua utilização em alimentos, a ele atribui-se a capacidade de redução da carga microbiana inicial de carnes, por meio de um sistema bactericida imediato e um efeito bacteriostático, que tem a capacidade de atuar por um longo período de tempo (Scandolara et al., 2012).

Com boa solubilidade em água, o ácido cítrico é um ácido hidroxí tricarbóxico. O ácido ou alguns de seus sais possuem ação para controlar patógenos de carne de aves frescas e processadas, tendo o seu uso limitado pelos possíveis impactos negativos do ponto de vista sensorial, e a necessidade de manter o pH mais baixo afim de melhorar a atividade antimicrobiana (Mani-lópez, et al. 2012).

O ácido propiônico possui utilização na preservação de alimentos para animais, ele tem particularidades eficientes na conservação de matérias primas e alimentos balanceados pela sua boa ação antifúngica. Por outro lado, o ácido fórmico é um ácido dito “mais forte” e tem se apresentado como muito eficiência no controle de bactérias e leveduras. Estes dois ácidos podem ser utilizados eficientemente no controle de microrganismos (Martins, 2005).

O metabissulfito de sódio possui uma ação antioxidante sequestrando o oxigênio ( $O_2$ ) sendo ele da água ou do alimento, fazendo com que o ambiente se torne anaeróbio, o que conseqüentemente interfere sobre os microrganismos aeróbicos presentes, entretanto os organismos aeróbicos que possuem a capacidade de serem anaeróbicos facultativos e os organismos anaeróbio são favorecidos por conta da redução do oxigênio, sendo assim necessário saber qual é a microbiota naturalmente presente no ambiente em que o referido alimento está envolvido (Lues e Theron, 2011).

A atividade antimicrobiana dos ácidos orgânicos, é dependente da redução do pH, da mínima dissociação dos ácidos e da toxicidade dessa molécula, os ditos ácidos fracos têm maior eficiência que os ácidos fortes, uma vez que os ácidos fracos têm a capacidade de acidificar o interior das células. Para que seja inibido o crescimento bacteriano, é necessário valor de pH inferiores a 5,5. O efeito do tratamento com ácidos orgânicos, depende da concentração do ácido, tempo de aplicação, temperatura e do método de aplicação (Scandolara et al., 2012).

A atividades bactericidas associadas aos ácidos orgânicos é devido às suas formas não dissociadas, possuem como alvo as funções metabólicas dos microrganismos, tais como a produção de proteína, a inibição de ATP e um aumento na pressão osmótica (Silva, 1998).

No interior da célula, o ácido tende a se dissociar fazendo com que o pH citoplasmático, seja modificando dessa forma o gradiente de prótons e a carga elétrica com

o exterior celular. Isso tem interferência no sistema de transporte de aminoácidos e fosfatos além de inativar enzimas. Outra consequência seria um aumento da pressão osmótica celular devido aos mecanismos de compensação de carga elétrica, aumentando os níveis de sódio, potássio ou glutamato e a força iônica intracelular, dessa forma provocando um aumento da pressão mecânica sobre a parede do microrganismo, o que faria com que essa se rompesse (Lues e Theron 2011).

### 3. LITERATURA CITADA

Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (Abinpet), 2017

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual de 2018. 2018.

ABRA – Associação Brasileira de Reciclagem Animal. Anuário ABRA 2018. 2019.

Areu, Virgínia Kelly; Borges, Ângela da Silva; Cunha, André Luís da; Freitas, Ednardo Rodrigues; Nascimento, Germano Augusto Jerônimo do; Pereira, Ana Lúcia Fernandes; Trevisan, Maria Teresa Sales; WatanabeE, Pedro Henrique. Extratos Etanólicos da Manga como Antioxidantes para 9 Frangos de Corte. *Pesq. agropec. Bras.*, Brasília, v.47, n.8, p.1025-1030, ago. 2012.

Araujo, L.F. Estudos de diferentes critérios de formulação de rações, com base em perfis de aminoácidos totais e digestíveis para frangos de corte. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2001. 123p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2001.

Bassoi.; M.C. Resultados de pesquisa com trigo no CNPSO - safra 1992. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1994. 104p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 73)

Bellaver C, Qualidade: Índice de acidez em farinhas e Gorduras animais. *Revista Graxaria Brasileira*, mar/abril nº 40 2009

Bellaver, C. 2001. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. In.: *Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal*, Campinas-SP. Palestra

Bellaver, C., 2005. Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e de aves. In.: *2º Simpósio Brasileiro Alltech da Indústria de Alimentação Animal*, Anais... Curitiba-PR. Palestra

Bellaver, C., 2010. Processamento de farinhas de origem animal e sua relação com digestibilidade e palatabilidade do produto final. In.: *II Congresso Internacional sobre Nutrição de Animais de Estimação e IX Simpósio sobre Nutrição de Animais de Estimação*, Anais...Campinas-SP.

BRASIL. Decreto-Lei nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Brasília, DF. 2017.

Buck, D.F.; *J. Am. Oil Chem. Soc.* 1981, 58, 275

Butolo JE, Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas: CBNA, 2002.

Camargo, B.; Eescobar Viana, C.; Trindade do Amaral, M.; Lucas azeveto, M.; Rossini augusti, P. Etapa das Reações de Oxidação Lipídica na Qualidade de Pescado. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 5, n. 2, 14 fev. 2020.

Carciofi, A.C., 2008. Fontes de proteína e carboidratos para cães e gatos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37

- Cardozo, M. V., 2011. Salmonella spp. e Clostridium perfringens em farinhas de origem animal utilizadas na fabricação de rações e avaliação de aditivo na inibição de patógeno. / Marita Vedovelli Cardozo. Jaboticabal, 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
- COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: SINDIRAÇÕES: ANFAL, p. 308, 2009.
- Dozier III, W., Dale, N., Dove, C., 2003. Nutrient composition of feed-grade and pet-food-grade poultry by-product meal. Journal of applied poultry research 12
- Annual Report 2008 European Food Safety Authority – EFSA
- FDA - U.S. Food and Drugs Administration, 2017. CFR-code of federal regulations title 21, Food additives permitted in feed and drinking water of animals
- Ferrolli, P.C.M. 1999. Balanceamento do sistema produtivo de farinhas e óleos: Fábrica de subprodutos de origem animal. / Paulo Cesar Machado Ferrolli. Florianópolis, 1999. Dissertação (mestrado) – Departamento de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Giondo, Carmem Regina; Monteiro, Janine Kieling and Sobrosa, Gênesis Marimar Rodrigues. SUINOCULTOR: VIVÊNCIAS DE PRAZER E SOFRIMENTO NO TRABALHO PRECÁRIO. Psicol. Soc. [online]. 2017, vol.29
- Holanda, M. A. C. Avaliação nutricional da farinha de penas hidrolisada na alimentação de frangos de corte. 2009. 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009
- Jamadar. V; Jamadar. S; Dandekar. S; Harikumar P. Purification and characterization of aminopeptidase from chicken intestine. J. Food Sci. 68: p. 438-443, 2005
- Laflamme, D., Izquierdo, O., Eirmann, L., Binder, S., 2014. Myths and misperceptions about ingredients used in commercial pet foods. Veterinary Clinics: Small Animal Practice 44, 689-698
- Leistner, L. Basic aspects of food preservation by hurdle technology. International Journal of Food Microbiology, 55, 2000.
- Lima, D.C., 2015. Conservação de alimentos extrusados para cães. / Daniele Cristina de Lima. Curitiba, 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de pós-graduação em ciências veterinárias
- Lues, J.F. & Theron, M.M., 2011. Comparing organic acids and salt derivatives as antimicrobials against selected poultry-borne Listeria monocytogenes strains in vitro. foodborne Pathogens Diseases
- Mani-lópez, E. et al. Organic acids as antimicrobials to control Salmonella in meat and poultry products. Food Research International, v.45, p.713-721, 2012.

- Meeker, D.L.; Meisinger, J.L. COMPANION ANIMALS SYMPOSIUM: Rendered ingredients significantly influence sustainability, quality, and safety of pet food. *J Anim Sci*, v.93, p.835-847, 2015.
- MEEKER, D. L. North American Rendering – Processing high quality protein and fats for feed. *BRAZILIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE* v.38, p. 432-440, 2009.
- Melo, E.A.; Guerra, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologias de Alimentos*, v.36, n.1, p.1-11, 2002
- Metrohm information issue, 2007
- NRC - National Research Council. Nutrient requirements of dogs and cats. 2006. Whashington, DC: The National Academy
- Pacheco. Energias Renováveis. Conjuntura e Planejamento, Salvador: SEI, nº 149, p.4-11, Outubro/2006
- Ramalho, V.C.; Jorge, N., 2006. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Química Nova*
- Reishe, D.W.; Lilliard, D.A.; Eitenmiller, R. R. Antioxidants; Akoh, C.C.; MIN, D.B., eds.; Marcel Dekker: New York, 1997.
- Ribeiro, L. B; Estratégias de melhoria da estabilidade oxidativa e qualidade nutricional de farinha de vísceras de aves. 2018 Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade estadual de Maringá, Maringá.
- Ricke, S. C. 2003. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. *Poult. Sci.* 82:
- Scandolara, A., Giongo, R., Maran, M., Carli, E., & Palezi, S. C. (2012). Descontaminação de carcaças suína com ácidos orgânicos comerciais, solução salina acidificada e luz ultravioleta. *Unoesc & Ciência-ACET*, 3
- Silva, F. A. M.; Borges, M. F. M.; Ferreira, M. A., 1999. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Revisão. Química nova*
- SOUZA, L.F.A. Farinha de carne e ossos e butirato de sódio sobre o desempenho semanal de frangos de corte. *Colloquium Agrariae*. v.13, n.1, p.25- 35. 2017.
- Revista Química Nova*, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007
- Suida, D. Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL: PROTEÍNA IDEAL, ENERGIA LIQUIDA E MODELAGEM, 2001, Santa Maria. Anais... Santa Maria: EMBRAPA, 2001.
- Tsai, Y. et al. Antioxidant, anti-inflammatory, and antiproliferative activities of extracts from different parts of farmed and wild *Glossogynia tenuifolia*. *Industrial Crops and Products*, v. 57, p. 98-105, 2014.

- Turek, J.J., Watkins, B.A., Schoenlein, I.A., Allen, K.G., Hayek, M.G., Aldrich, C.G., 2003. Oxidized lipid depresses canine growth, immune function, and bone formation. *The Journal of nutritional biochemistry* 14.
- Volpato, P.M. 2014. Qualidade de rações para cães adultos, armazenadas em recipientes abertos e fechados. / Patrícia Motz Volpato. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis.
- Wales, A. D., ALLEN, V. M., DAVIES, R. H. Chemical treatment of animal feed and water for the control of Salmonella. *Foodborne Pathogens and Disease*, v. 7, p. 3-15, 2010.
- Xin, J., Saka, S. "Tests methods for the determination of biodiesel stability" *Biofuels* v.1(2) p. 275-286, 2010.
- Zarei, A. Mohammadi, M.; Hemmati, B., 2014. Metabolizable Energy and Chemical Composition of Poultry by-Product Meal. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 4, 849-853
- Zicker, S.C.; Wedekind, K.J.; Jewell. Antioxidants in veterinary nutrition. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, Philadelphia, v.36, n.6, p.1183-1198, nov., 2006.

#### 4. OBJETIVO GERAL

Neste estudo objetivou-se estudar fatores que podem afetar a qualidade da farinha de vísceras e gordura de frango, com o propósito de contribuir com a melhoria na qualidade deste ingrediente usado em *Pet food*. Para isto, foram realizados três experimentos, com os seguintes objetivos específicos:

Experimento 1: determinar os efeitos do tempo de espera das vísceras para o processamento e do uso de aditivos antimicrobianos sobre a qualidade do óleo de vísceras de aves.

Experimento 2: Comparar os efeitos de diferentes antioxidantes naturais ou sintéticos sobre a estabilidade oxidativa da gordura de aves, medida em reator de oxidação

Experimento 3: Determinar os efeitos da temperatura de processamento da farinha de vísceras sobre a estabilidade oxidativa da gordura de aves e sobre a digestibilidade *in vitro* da farinha de vísceras.

## CAPÍTULO II

### ESTUDOS SOBRE A QUALIDADE DA FARINHA E ÓLEO DE VÍSCERAS DE FRANGO PARA USO EM *PET FOOD*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Artigo redigido conforme as normas da revista *Animal Feed Science and Technology*.

## **Estudos sobre a qualidade da farinha e óleo de vísceras de frango para uso em *pet food***

### **Resumo**

As farinhas de origem animal são ingredientes importantes para a fabricação de rações quanto aos aspectos econômico, saúde animal e nutricional. Seu uso na formulação de dietas é facilitado por conterem aminoácidos, energia, cálcio e fósforo em quantidades apreciáveis. Para que o controle da qualidade seja eficiente, a avaliação dos ingredientes deve ser feita por meio de análises físicas, químicas e biológicas. Dentre os fatores que influenciam a qualidade das farinhas de origem animal, os de maior importância são a umidade, alta temperatura, tempo em excesso no digestor, moagem, excesso de gordura, contaminações, tempo entre o sacrifício e processamento da farinha, proteína bruta, acidez, índice de peróxidos e contaminação microbiana. Para verificação de fatores que podem interferir na qualidade das farinhas de vísceras de aves foram realizados três experimentos; o primeiro experimento objetivou-se avaliar o tempo de espera para o processamento e diferentes tipos de antimicrobianos na qualidade da víscera de frango e, para isso, foi realizado o processamento de 30 bateladas sendo divididas em 6 tratamentos com 5 tempos de espera para o processamento 0 (T0), 12 (T12), 24 (T24), 36 (T36), 48 (T48) horas. Foi avaliado o rendimento de óleo de víscera de aves, a composição química dos óleos de víscera de aves, residuais de antioxidante sintético e perfil de ácido graxos. No T48 constatou um maior rendimento (15,1%) de óleo e maior nível de proteína no óleo, a maior umidade foi verificada no T0 e T12, o residual antioxidante reduziu conforme houve o aumento do tempo de espera para o processamento o perfil de ácidos graxos não sofreu alteração em relação ao tempo de espera para o processamento. O segundo experimento teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes antioxidantes sintéticos e naturais sobre a estabilidade oxidativa utilizando reator de oxidação (*Rancimat*®). Os antioxidantes possuem sua origem de forma sintética como é o caso dos BHT, BHA, TBHQ, ou podem

ter sua origem natural, normalmente representados pelo grupo dos tocoferóis. Com a crescente demanda por produtos naturais existe um grande interesse na utilização destes compostos naturais como o tocoferol exercendo o papel de antioxidante do material. O mix de Tocoferol, Lecitina de Soja, Extrato de Alecrim e Óleo Vegetal. O uso de 800mg/kg teve desempenho compatível com os antioxidantes sintéticos a base de Hidróxido de Anizola Butilado (B.H.A), Hidróxido de Tolueno Butilado (B.H.T.) e óleo vegetal. 500mg/kg, reforçando com isso os fatos de que os antioxidantes naturais podem ser empregados na conservação destes materiais com desempenho semelhante aos sintéticos, porem buscando um outro tipo de mercado que prioriza a ingredientes naturais. O terceiro experimento teve como objetivo a avaliação da temperatura de processamento sobre a qualidade do óleo de víscera de frango e a farinha de víscera de frango. A temperatura de processamento é colocada como um dos principais aspectos que influenciam na qualidade desse produto. Foram confeccionadas farinhas de vísceras de aves em três diferentes temperaturas 103°, 108° e 113° e não foi observado diferenças na composição química da farinha de víscera de frango, a temperatura de processamento também não teve influência sobre resultado da digestibilidade da matéria orgânica (DIVMO) da farinha, a estabilidade oxidativa medida pelo período de indução PI no reator de oxidação (*Rancimat*®) demonstra uma diferença na estabilidade do óleo resultante da menor temperatura de processamento 103° sendo o PI dele 50% dos óleos obtidos a 108 e 113°.

**Palavras chaves:** Estabilidade oxidativa, Farinha de vísceras de frango, Processamento, Qualidade nutricional.

## **Studies on the quality of flour and chicken vescer oil for use in pet food**

### **Abstract**

Flours of animal origin are important ingredients for the manufacture of feed in terms of economic, animal health and nutritional aspects. Its use in the formulation of diets is facilitated by containing amino acids, energy, calcium and phosphorus in appreciable quantities. For quality control to be efficient, the evaluation of ingredients must be done through physical, chemical and biological analyzes. Among the factors that influence the quality of animal meal, the most important are humidity, high temperature, excess time in the digester, grinding, excess fat, contamination, time between sacrifice and processing of flour, crude protein, acidity, peroxide index and microbial contamination. To verify factors that may interfere with the quality of poultry flours, three experiments were carried out. The first experiment aimed to evaluate the waiting time for processing and different types of antimicrobials in the quality of the chicken viscera. processing of 30 batches being divided into 6 treatments with 5 waiting times for processing 0 (T0), 12 (T12), 24 (T24), 36 (T36), 48 (T48) hours. The performance of poultry viscera oil, the chemical composition of poultry viscera oils, residual synthetic antioxidant and fatty acid profile were evaluated. At T48 it was found a higher yield (15.1%) of oil and a higher level of protein in the oil, the highest humidity was verified at T0 and T12, the antioxidant residual reduced as the waiting time for processing increased. fatty acids did not change in relation to the waiting time for processing. The second experiment aimed to evaluate the effect of different synthetic and natural antioxidants on oxidative stability using an oxidation reactor (Rancimat®). Antioxidants have their origin in a synthetic way as is the case of BHT, BHA, TBHQ, or they may have their natural origin, usually represented by the group of tocopherols. With the growing demand for natural products, there is great interest in the use of these natural compounds such as tocopherol, playing the role of antioxidant of the material. The mix of Tocopherol, Soy Lecithin, Rosemary Extract and Vegetable Oil.

800mg / kg had performance compatible with synthetic antioxidants based on Butylated Anizole Hydroxide (B.H.A), Butylated Toluene Hydroxide (B.H.T.), Vegetable Oil. 500mg / kg, thereby reinforcing the facts that natural antioxidants can be used in the conservation of these materials with performance similar to the synthetic ones, however looking for another type of market. The third experiment aimed to evaluate the processing temperature on the quality of chicken and viscera oil and chicken viscera flour. The processing temperature is placed as one of the main aspects that influence the quality of this product. Poultry flours were made at three different temperatures 103, 108 and 113°, no differences were observed in the chemical composition of chicken viscera flour, the processing temperature also had no influence on the result of the digestibility of organic matter (DIVMO). flour, the oxidative stability measured by PI in the oxidation reactor (Rancimat®) demonstrates a difference in the stability of the oil resulting from the lower processing temperature of 103°, with its PI 50% of the oils obtained at 108 and 113°.

**Key words:** Oxidative stability, Nutritional quality, Chicken viscera flour, Processing.

## 5. INTRODUÇÃO

Em 2019, a Indústria Brasileira de Subprodutos de Origem Animal reciclou aproximadamente treze milhões de toneladas de subprodutos, sendo destes 35% oriundos do abate de aves (ABRA, 2019). Dessa forma, a indústria devolve à maioria de seus subprodutos na forma de alimentos balanceados e possibilita assim uma menor poluição ao ambiente (Nascimento, 2002). É recomendado que o processo de reciclagem animal seja realizado logo após o abate com total higiene e rapidez, respeitando o limite legal de 24 horas após o abate para que não ocorra a decomposição excessiva dos resíduos, produzindo compostos potencialmente tóxicos para os animais, como as aminas biogênicas (Mazutti et al., 2010). No sentido de preservar o material do processo de deterioração quando o mesmo não é processado imediatamente após a sua produção no frigorífico, aditivos antimicrobianos podem ser usados.

Os principais aditivos para esta finalidade são os ácidos orgânicos, os quais são relativamente estáveis às temperaturas de processamento e continuam estáveis nos ingredientes após o processo. São frequentemente selecionados para uso na alimentação animal, porque são metabolizados pelos animais beneficiários e não deixam resíduos nos alimentos comercializados (Wales, 2010)

Embora a farinha de vísceras seja um ingrediente nutricionalmente rico em aminoácidos, minerais e ácidos graxos e com digestibilidade adequada, a composição e o aproveitamento nutricional da farinha de vísceras de aves são muito variáveis, devido a modificação da matéria crua que é utilizada no processo ou até mesmo nas condições de processamento do material (Ribeiro et al., 2019). Desta forma, para acompanhar o crescimento da indústria de rações para animais, a qual emprega este ingrediente nas formulações, as fábricas de subprodutos têm buscado melhorias em termos de melhor

padronização dos ingredientes e também desenvolvido novas formas de processamento (Fernandes, 2016) e as pesquisas têm contribuído para isto (Miltemburg et al., 2021).

A temperatura é considerada uma etapa fundamental no processamento da farinha de víscera de aves. É possível que a temperatura não receba nenhuma verificação em muitos estabelecimentos produtores, devido a estrutura precária e, naqueles em que é mensurada, não existe um padrão ideal a ser seguido por falta de informações técnicas. Temperatura elevada de processo pode carbonizar o material e perda da qualidade nutricional, principalmente com redução da energia metabolizável e digestibilidade da proteína (Laflamme et al., 2014; Zarei et al., 2014). Por outro lado, baixas temperaturas de processo podem levar a obtenção de produtos mais úmidos com maior propensão a deterioração microbiana. Bellaver, (2009); Guibourdenche et al (2010) e Ribeiro et al. (2019) verificaram ampla variação nas temperaturas de processamento da farinha de vísceras em quatro diferentes estabelecimentos, sugerindo a necessidade de melhor padronização deste ingrediente.

O óleo de vísceras de aves é extraído no mesmo processo que a farinha, por meio da prensagem do material que sai do digestor. Este ingrediente é uma importante fonte de energia, apresentando uma alta concentração de ácidos graxos insaturados em sua composição (NRC, 1994). No entanto, estes ácidos graxos presentes no óleo e na farinha de vísceras possuem a tendência oxidação, reduzindo seu valor nutricional e palatabilidade (Engberg et al., 1996). Buscando retardar ou até mesmo inibir o processo de oxidação lipídica de óleos, gorduras e das farinhas, são utilizados antioxidantes.

Os antioxidantes atuam de diferentes maneiras na prevenção da oxidação. Como são compostos incluídos em baixas doses, comparados ao substrato oxidável do alimento, é importante que sejam altamente reativos com os radicais livres para serem efetivos e estáveis às condições de armazenamento e de processo. Uma tendência de mercado nos

últimos anos tem sido a busca por compostos naturais, como o tocoferol e seus derivados, em substituição aos antioxidantes sintéticos como o BHA, BHT, TBHQ, Etoxiqum e propilgalato, uma vez que alguns destes compostos, apesar de aprovados legalmente para o uso, apresentam potencial efeito carcinogênico em animais. Apesar da tendência ao uso cada vez mais frequente dos antioxidantes naturais, na indústria brasileira ainda é baixa a adoção destes compostos, uma vez que os antioxidantes sintéticos já são conhecidos pela sua estabilidade e capacidade de proteção das gorduras, enquanto os estudos com antioxidantes naturais ainda são escassos, especialmente avaliando sua estabilidade as elevadas temperaturas pelas quais os subprodutos de origem animal são submetidos no processo. Por este motivo, estudos comparativos se fazem necessários.

A temperatura e o tempo de processamento empregado nas produções de farinhas de vísceras de aves afetam tanto na estabilidade oxidativa quanto na qualidade nutricional (Ribeiro, 2018).

O conhecimento de fatores relacionados ao material e ao processo de produção das farinhas de origem animal que afetam a variação e qualidade do produto acabado são fundamentais na melhoria da sua qualidade. Tendo isto em vista, neste estudo foram realizados 3 experimentos com os seguintes objetivos: i) determinar os efeitos do tempo de espera das vísceras cruas para o processamento, tratadas ou não com aditivos antimicrobianos, sobre a qualidade do óleo de vísceras obtido após o processo; ii) comparar diferentes antioxidantes naturais e sintéticos sobre a estabilidade do óleo de vísceras de aves; iii) determinar o efeito do processamento das vísceras no digestor sobre a digestibilidade e estabilidade oxidativa da farinha de vísceras.

O objetivo deste trabalho foi estudar fatores que podem afetar a qualidade da farinha de vísceras e gordura de frango, com o propósito de contribuir com a melhoria na qualidade deste ingrediente utilizado em *Pet food*.

## 6. MATERIAL E MÉTODOS

Conforme descrito anteriormente, três experimentos foram conduzidos na Planta Piloto de Processamento de Produtos de Origem Animal, na Fazenda Experimental de Iguatemi – FEI/ UEM, no distrito de Iguatemi – Paraná - Brasil, com o propósito comum de se estudar alguns fatores que interferem na qualidade da farinha de vísceras de aves e gordura de aves.

### *Experimento 1: Efeito do tempo de espera das vísceras para o processamento e do uso de aditivos antimicrobianos sobre a qualidade do óleo de vísceras de aves*

#### *6.1 Delineamento e tratamentos*

O estudo apresentou um delineamento fatorial 6 x 5, sendo seis tratamentos com aditivos antimicrobianos aplicados nas vísceras cruas e cinco tempos de espera para o processo (0, 12, 24, 36 e 48 horas), em triplicata, totalizando 90 amostras de óleo de víscera de aves.

O Tratamento Controle teve apenas adição de antioxidante sintético ao material cru, antes do processamento. O antioxidante foi aplicado na dose de 300 mg/kg. O antioxidante utilizado foi uma mistura comercial (Rendox AET, Kemin Nutrisurance Nutrição Animal, Indaiatuba, Brasil) na proporção de 2:3:1 de Etoxiqum, hidroxitolueno butilado (BHT) e hidroxianisol butilado (BHA).

A todos os demais tratamentos, utilizou-se o mesmo protocolo de adição de antioxidante do tratamento Controle, porém com as inclusões adicionais de diferentes antimicrobianos, imediatamente após a obtenção do material fresco do frigorífico, constituindo os demais tratamentos experimentais: AF - Ácido fórmico 48% com dose de 3000 mg/kg; AL - Ácido Lático 75% com dose de 3000 mg/kg; ALcit - Ácido lático 80% associado a ácido cítrico 5,7% com dose de 3000 mg/kg; MBS - Metabissulfito de sódio

25% com dose de 5000 mg/kg; Prop - mistura de glicérides do ácido propiônico 99% ( $\alpha$ -Monopropionina) com dose de 800 mg/kg.

O material disponível para cada tratamento foi acondicionado em temperatura ambiente em cinco recipientes plásticos com quantidades semelhantes ( $14,57 \pm 1,41$  kg), sendo cada um processado em um momento distinto, como segue: imediatamente após a recepção (tempo zero); doze horas (12h); vinte e quatro horas (24h); trinta e seis horas (36h) e quarenta e oito horas (48h), perfazendo dessa forma 5 diferentes tempos para o processo.

### *6.2 Produção e extração do óleo de vísceras de aves*

Foram produzidas farinhas de vísceras de aves, a partir de resíduos industriais de abatedouro da região, utilizando como componentes: peles, gorduras abdominais, vísceras (trato digestório, respiratório e reprodutivo), parte de carcaças condenadas, cabeças e pés de aves. Os materiais crus foram coletados em uma unidade frigorífica, localizada a aproximadamente 10 km do local de processamento. O material constituinte foi coletado e acondicionado em recipientes plásticos com capacidade de 20 litros a temperatura ambiente ( $26,01 \pm 4,63^\circ\text{C}$ ) até o momento do processamento. A temperatura média do material foi de  $24,37 \pm 3,28^\circ\text{C}$ . Temperaturas ambientes foram determinadas com termo-higrômetro digital (Termo-higrômetro 7666, Incoterm, Porto Alegre, Brasil), no recebimento das amostras e na entrada no digestor. A temperatura média do material foi determinada com termômetro digital por infravermelho (ST-700 Termômetro digital infravermelho, Incoterm, Porto Alegre, Brasil).

O processamento foi realizado em digestor vertical de aço inoxidável, com capacidade de 50 litros e equipado com um sistema de pás giratórias para homogeneizar o material durante o processamento. O digestor era equipado com um sistema de camisas, as quais eram aquecidas por uma resistência elétrica (1500 Watts) imersa em óleo para

transmissão de calor (Óleo Térmico UNIX 100, Ingrax, Cachoeirinha, Brasil). O controle da temperatura do aquecimento do óleo, foi realizado com sensor de temperatura PT100 Termoresistência (PRTF -19 30 cm, São Bernardo do Campo, Brasil) acoplado a um medidor universal (COEL K49P, São Paulo, Brasil). Para as medições da temperatura do material, utilizou-se Termoresistência (PRTF -12 10 cm, São Bernardo do Campo, Brasil) acoplado ao um medidor universal (COEL K49P, São Paulo, Brasil).

Utilizou-se adição inicial de óleo de vísceras sobre o material cru, na relação de 10%, com intuito de melhorar o processamento e a elevação de temperatura de processo. A obtenção do óleo de vísceras de aves, objeto desse estudo, foi resultante da separação do material sólido (farinha de vísceras de aves) após o processamento do material visceral. Após o cozimento, o material foi imediatamente prensado em prensa hidráulica de 15 toneladas (Marcon-MPH15), aplicando-se ao material a pressão de 10 toneladas por 15 minutos.

### *6.3 Análises laboratoriais*

As amostras de óleo de víscera de aves obtidos, foram analisados segundo a composição química residual de antioxidantes, perfil de ácidos graxos, índice de acidez e índice de peróxido.

A composição química das amostras de FVA, foram realizadas seguindo as metodologias descritas por *Association of the Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005). Para tal, foram determinadas a umidade (método 930.15), proteína bruta (método: 954.01) e extrato etéreo por hidrólise ácida (método: 954.02), no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LANA-UEM).

A análise dos ácidos graxos foi realizada por Cromatografia Gasosa (CG) empregando a metodologia de ISO- 5509 (1978). Primeiramente, foram pesados

aproximadamente 100 mg de óleo em um tubo e adicionado 2,0 mL de n-heptano e a solução foi agitada por 2 minutos. Em seguida foram adicionados 2,0 ml de solução KOH/metanol (2,0 mol. L<sup>-1</sup>) e agitado por mais 2 minutos, posteriormente, foram adicionados 500 µL de padrão interno (23: 0), e a fase superior foi coletada e injetada no CG.

A análise cromatográfica foi realizada em um cromatógrafo *ThermoScientific Trace Ultra 3300* equipado com um detector FID, sistema de injeção de amostra *split / splitless* e coluna capilar de sílica fundida (Select FAME, 100 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de um filme fino de cianopropil como uma fase estacionária). As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas a 235°C. A temperatura da coluna foi aquecida a 165°C, mantida por 7 min e depois aquecida novamente a 185°C a uma taxa de aquecimento de 4°C min<sup>-1</sup>, e então mantida constante por 3 min. Em seguida, uma nova taxa de aquecimento de 6°C min<sup>-1</sup> foi aplicada para que a temperatura da coluna atingisse 235°C. A temperatura da coluna foi mantida a 235°C por 2,67 min, totalizando um tempo de análise de 26 min. Hidrogênio (H<sub>2</sub>), com fluxo constante de 1,2 mL min<sup>-1</sup>, foi utilizado como gás carreador e Nitrogênio como gás auxiliar (make-up) a 30 mL min<sup>-1</sup>. No detector, a chama foi produzida com H<sub>2</sub> e ar sintético com vazões de 30 e 300 mL min<sup>-1</sup>, respectivamente. As amostras foram injetadas em modo *split*, com proporção de 1:40 e volume de injeção de 1,0 µL. Os FAMEs foram identificados comparando o tempo de retenção da amostra e os constituintes do padrão. Um fator de correção foi utilizado para calcular as concentrações de ácidos graxos presentes na amostra de acordo com Visentainer (2014), sendo as concentrações expressas em mg/g<sup>-1</sup> da amostra. Além disso, foi realizada uma correção dos valores obtidos pelo detector, uma vez que a magnitude do sinal gerado pelo detector tipo FID é proporcional ao número de C + ligados aos átomos de hidrogênio.

Para determinação das concentrações de antioxidante sintético utilizou-se cromatografia gasosa com detector por ionização de chama (GC-FID), segundo Yang & Choong (2002). Estas análises foram realizadas no laboratório de análises cromatográficas da empresa *Kemin Nutrisurance, Inc* (Vargeão, Brasil).

Após quantificação das concentrações de residual de antioxidantes (BHT, BHA e Etoxiquin), o total de antioxidante foi calculado pela soma dos antioxidantes encontrados (Tabela 2). Para as análises do Índice de Peróxido (mEq/kg) nas amostras de óleo de vísceras, foi utilizado o método oficial do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2009).

Para a determinação do índice de acidez IA das amostras, foi utilizado o método oficial Cd5-40 da AOCS. Foram pesados 2 gramas de amostra de OVA em frasco Erlenmeyer de 125 mL e então adicionados 25 mL de uma solução éter-álcool (2:1). Como indicador, foram adicionadas 2 gotas de solução de Fenolftaleína à solução, e em seguida, foi titulada com solução de Hidróxido de Sódio 0,01 M, até o desaparecimento da coloração rósea. O volume de Hidróxido de Sódio gasto na titulação de cada amostra foi anotado e feitos os cálculos pela da seguinte fórmula:

$$\text{Índice de Acidez} = \frac{V \times F \times 5,61}{P}$$

Em que, V é o volume de hidróxido de sódio gasto na titulação da amostra; F é o fator de correção (1,40) e P é o peso da amostra de gordura de aves.

#### 6.4 Análises estatísticas

Para a composição química (UM, MM, PB, EEHA), residuais de antioxidantes e perfil de ácidos graxos, os dados estão apresentados apenas como estatística descritiva.

Os dados de índice de peróxido, acidez inicial, utilizou-se o procedimento PROC MIXED, com repetição no tempo. Avaliando-se os efeitos de tratamentos, tempo e sua interação. Para estas análises, foram previamente verificados os requisitos de Distribuição Normal e Igualdade de Variâncias. As comparações das médias entre os tratamentos e tempo, foram feitas por LSMeans, com aplicação do Teste Tukey, considerando probabilidade significativa a 5%.

***Experimento 2: Efeito de antioxidantes sintéticos ou naturais sobre a estabilidade oxidativa do óleo de vísceras de frango medido em reator de oxidação***

*6.5 Delineamento e tratamentos*

O estudo apresentou um delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos e duas repetições cada, totalizando 18 amostras de óleo de víscera de frango.

Os antioxidantes foram adicionados nas vísceras cruas anteriormente ao processo, como descrito no Experimento 1, compondo os seguintes tratamentos:

Controle: sem inclusão de antioxidante.

Nat-1: inclusão de 800 mg/kg no material cru, de um blend composto por mix de Tocoferóis, Óleo de Canola, Extrato de Alecrim, Extrato de Chá Verde (Verdilox 0,08%, Kemin Nutrisurance, Inc, EUA);

Nat-2: inclusão de 800 mg/kg no material cru, de um blend composto por Tocoferol, Lecitina de Soja, Extrato de Alecrim e Óleo Vegetal (Naturrox 0,08%, Kemin Nutrisurance, Inc, EUA);

TBHQ-AT: inclusão de 300 mg/kg no material cru, de um blend composto por Ácido Cítrico, TBHQ (Butil Hidroquinona Terciária, BHT e BHA (Rendox QCA+ Rendox T 0,03%, Kemin Nutrisurance, Inc, EUA);

ETX: inclusão de 300 mg/kg no material cru, de um produto comercial a base de Etoxiquin (Rendox T 0,05%, Kemin Nutrisurance, Inc, EUA);

ETX-1: inclusão de 300 mg/kg no material cru, de um produto comercial composto por Etoxiquin (Rendox AET 0,03%, Kemin Nutrisurance, EUA);

BHA-BHT: inclusão de 500 mg/kg no material cru, de um blend composto por BHA e BHT (PET-OX Premium 0,05%, Kemin Nutrisurance, Inc, EUA);

BHA-BHT-1: inclusão de 500 mg/kg no material cru, de um blend composto por BHA e BHT (Rentox AT20 0,03%, Kemin Nutrisurance, Inc, EUA);

BHT-ETX: inclusão de 300 mg/kg no material cru, de um blend composto por BHT e etoxiquin (Rendox ETL 0,03%, Kemin Nutrisurance, Inc, EUA).

Os antioxidantes foram adicionados nas vísceras cruas antes do processamento e, para melhor homogeneização estes foram incluídos no material em um misturador sob agitação.

#### 6.6 *Condições de processamento*

A Farinha de víscera de aves foi obtida conforme descrito anteriormente no Experimento 1, sendo apenas o material fresco, imediatamente após sua obtenção, processado.

Os materiais viscerais foram processados a temperatura média de  $108 \pm 1^\circ\text{C}$  por aproximadamente 140 minutos, a partir do momento que atingiram a temperatura inicial de  $90^\circ\text{C}$ , a qual levou aproximadamente 18 minutos para ser atingida.

Após o cozimento o material foi imediatamente prensado em prensa hidráulica de 15 toneladas (Marcon-MPH15), aplicando-se ao material a pressão de 10 toneladas por 15 min. Após a extração do óleo, o material foi deixado em estufa de secagem a  $60^\circ\text{C}$  com período fixado em 12 horas. Posteriormente realizou-se a moagem deste material,

utilizando um triturador de martelos (Garthen, GT-2000 LDF 2cv, Navegantes, Brasil), equipado com peneira com furos de 3,0 mm.

Para este estudo não foi adicionado uma quantidade inicial de óleo de víscera de frango.

### 6.7 Análises laboratoriais

A determinação da estabilidade oxidativa (teste de oxidação acelerado) foi realizada no equipamento 892 Professional Rancimat®, AOCS International Standard Procedure (Cd 12b-92). As análises no equipamento Rancimat®, modelo 892, foram realizadas à temperatura de 110 °C e taxa de insuflação de ar de 10 L/h. As cinco gramas de amostras utilizadas foram pesadas nas câmaras do reator de oxidação. A oxidação foi induzida pela passagem de ar pela amostra, mantida à temperatura constante, sendo esta temperatura ajustada para 110, 120 e 130°C. Os produtos voláteis da reação, os quais se encontram difundidos no ar, são coletados em água destilada e determinados pela mudança na condutividade elétrica desta através de sensores. Estes sensores, que por sua vez detectam a variação da condutividade na água deionizada, causada pela absorção do ácido carboxílico, os dados dessa medição dão lugar aos pontos que formam a curva de oxidação em função do tempo. A partir dessa curva é possível obter o período de indução (IP, *Induction Period*) da amostra. Isto é feito a partir da determinação do ponto de inflexão da curva de condutividade da água deionizada, que pode ser obtido pela interseção entre duas retas tangentes, traçadas a partir das duas extremidades desta curva, conforme ilustra Jain e Sharma (2010).

Para determinação das concentrações de antioxidantes utilizou-se cromatografia gasosa com detector por ionização de chama (GC-FID), segundo Yang & Choong (2002).

Estas análises foram realizadas conforme descrito no Experimento 1, em laboratório terceirizado.

### *6.8 Análises estatísticas*

Para os resultados de período de indução, utilizou-se o procedimento PROC MIXED, com repetição na temperatura. Avaliando-se os efeitos de tratamentos, temperatura e sua interação. Para estas análises, foram previamente verificados os requisitos de Distribuição Normal e Igualdade de Variâncias. As comparações das médias entre os tratamentos e tempo, foram feitas por LSMeans, com aplicação do Teste Tukey, considerando probabilidade significativa a 5%. Para os procedimentos da análise estatística, utilizou-se o Programa Statistical Analysis System (SAS).

Para os dados obtidos de residual antioxidante nos óleos de víscera de frango experimentais, realizou-se análise estatística descritiva.

### ***Experimento 3: Efeito da temperatura de processamento sobre a estabilidade oxidativa do óleo e digestibilidade in vitro da farinha de vísceras de frango***

#### *6.9 Amostragem e condições de processamento*

A Farinha de víscera de aves foi obtida conforme descrito anteriormente nos experimentos 1 e 2, modificando-se apenas as temperaturas de processamento, as quase foram respectivamente de  $103\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $108\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $113\pm 1^{\circ}\text{C}$  por aproximadamente 140 minutos, a partir do momento que atingiram a temperatura inicial de  $90^{\circ}\text{C}$ , a qual levou aproximadamente 20 minutos.

#### *6.10 Delineamento e Tratamento*

O estudo apresentou um delineamento inteiramente casualizado, com três diferentes temperaturas de processamento das vísceras, sendo estas 103°C, 108°C e 113°C, com 3 repetições por tratamento, totalizando 9 repetições.

#### *6.11 Análises laboratoriais*

A composição química das amostras de FVA, foi realizada seguindo as metodologias descritas por Association of the Official Analytical Chemists (AOAC, 2005). Para tal, foram determinadas a umidade (método 930.15), matéria mineral (método 942.05), proteína bruta (método: 954.01) e extrato etéreo por hidrólise ácida (método: 954.02), no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LANA-UEM).

A Determinação da estabilidade oxidativa (teste de oxidação acelerado) foi realizada no equipamento 892 Professional Rancimat®®, AOCS International Standard Procedure (Cd 12b-92). As análises no equipamento Rancimat®®, modelo 892, foram realizadas à temperatura de 110 °C e taxa de insuflação de ar de 10 L/h. Os 5 g de amostras utilizados são pesados nos frascos do Rancimat®®. A oxidação será induzida pela passagem de ar pela amostra, mantida à temperatura constante. Os produtos voláteis da reação, os quais se encontram difundidos no ar, são coletados em água destilada e determinados pela mudança na condutividade elétrica desta.

Para a determinação da qualidade nutricional das FVA, foi realizada análise de digestibilidade *in vitro*. Os coeficientes de Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foram determinados pela adaptação do método proposto por Hervera et al. (2007), pelo modelo de dois compartimentos (simulações de estômago e intestino delgado), com redução na quantidade de amostra de 0,75g para 0,50g. Esta adaptação foi feita em função da quantidade de substrato proteico a ser digerido, visando assegurar que a quantidade de enzima presente no meio fosse suficiente para digerir a proteína do material.

### 6.12 Análises estatísticas

Para os resultados de período de indução, utilizou-se o procedimento PROC MIXED, com repetição na temperatura. Avaliando-se os efeitos de temperatura de processamento, temperatura de utilização do Rancimat® e sua interação. Para estas análises, foram previamente verificados os requisitos de Distribuição Normal e Igualdade de Variâncias. As comparações das médias entre os tratamentos e tempo, foram feitas por LSMeans, com aplicação do Teste Tukey, considerando probabilidade significativa a 5%. Para os procedimentos da análise estatística, utilizou-se o Programa Statistical Analysis System (SAS).

Para os dados obtidos de composição química (MS, MM, PB, EEHA) e de DIVMO, nas farinhas de víscera de frango experimentais, realizou-se análise estatística descritiva.

## 7. RESULTADOS

### *Experimento 1*

A composição química e o percentual de rendimento do óleo de Vísceras em função do tempo de espera para o processamento encontram-se na Tabela 1. Pode-se verificar que houve um aumento no rendimento do óleo em função do tempo de espera (rendimento =  $0,0692 \cdot \text{tempo} + 10,88$ ;  $R^2 = 0,78$ ), mas estes dados estão apenas apresentados de forma descritiva. De maneira semelhante, o tempo de espera foi acompanhado por maior contaminação de proteína no óleo (PB no óleo =  $0,0608 \cdot \text{tempo} + 1,80$ ;  $R^2 = 0,89$ ).

**Tabela 1:** Composição química analisada e rendimento em processo do óleo de vísceras de aves cujo material cru foi submetido a diferentes tempos de espera para o processamento

Composição química <sup>1</sup>	Tempo <sup>2</sup>				
	0	12	24	36	48
Rendimento do óleo (%)	11,00	12,20	12,00	12,50	15,10
Umidade (g/kg)	11,70	10,30	8,20	8,30	8,70
Proteína Bruta (g/kg)	1,70	2,80	2,80	4,50	4,50
Extrato etéreo (g/kg)	986	987	989	987	986

<sup>1</sup> Composição química <sup>2</sup>Tempo para processamento

Da mesma forma que a composição, os teores de antioxidantes sintéticos nas amostras de óleo, estão mostradas de forma descritiva, devido ao reduzido tamanho da amostra. O tempo de espera proporcionou uma redução linear nas concentrações totais dos antioxidantes, sendo estes reduzidos em aproximadamente 65% (238 mg/kg no tempo inicial para 83 mg/kg às 48 horas). Esta redução pode ser expressa pela seguinte equação linear ( $R^2 = 0,956$ ):

$$\text{Residual de Antioxidantes totais (mg/kg)} = -3,51 * \text{Tempo} + 234,8$$

**Tabela 2:** Concentração analisada de antioxidantes nas amostras de óleo de vísceras do tratamento Controle processados em diferentes tempos de espera

Antioxidante	Tempo de espera (horas)				
	0	12	24	36	48
BHA (mg/kg)	83,0	68,0	50,0	29,0	30,0
BHT (mg/kg)	104,0	80,0	60,0	35,0	32,0
Etoxiquin (mg/kg)	52,0	49,0	39,0	21,0	21,0
Total (mg/kg)	238,0	197,0	149,0	86,0	83,0

A redução nas concentrações do BHA, BHT e Etoxiquin foram, respectivamente de 64%, 69% e 60% após 48h de espera das vísceras cruas para o processo. Por outro lado, o perfil de ácidos graxos não foi alterado, independentemente do número de insaturações na cadeia (Tabela 3).

**Tabela 3:** Perfil de ácidos graxos nas amostras de óleo de vísceras do tratamento Controle processados em diferentes tempos de espera

Ácidos Graxos (% do total)	Tempo <sup>2</sup>				
	0	12	24	36	48
Saturados	31,77	31,67	31,53	31,88	32,17
Monoinsaturados	45,11	44,98	45,37	44,93	44,98
Polinsaturados	23,12	23,32	23,09	23,14	22,87
Total	100,00	99,97	100,00	99,95	100,02
Ácido Linoléico	21,71	21,91	21,68	21,73	21,46

Saturados: 14:00n: 16:00n 18:00n: 20:00n: 21:00n 22:00n; monoinsaturados<sup>2</sup>: 16:1n-9: 16:1n-7: 18:00n: 18:1n-9: 18:1n-7; Poliinsaturados<sup>3</sup>: 18:3n-6 18:3n-3; Ácido Linoleico<sup>4</sup>: 18:2n-6

Apesar de ter verificado efeito significativo de tratamento, tempo de espera e suas interações para o índice de peróxido nas amostras de óleo, este resultado pode ter sido influenciado pelo reduzido volume de amostra do estudo e as mudanças nos níveis observadas apresentam pouca relevância prática. Pode-se verificar que o índice de peróxido de todas as amostras foi inferior a  $> 3\text{mEq/kg}$  (TABELA 4), valor considerado satisfatório para óleos e gorduras.

**Tabela 4.** Índice de peróxido (mEq/kg) inicial do óleo de víscera de frango em diferentes tempos de espera para o processamento e diferentes tratamentos com antimicrobianos

Tratamentos <sup>1</sup>	Tempo <sup>2</sup>					Média	EPM <sup>3</sup>	P valor
	0	12	24	36	48			
Controle	1,5 <sup>aB</sup>	0,8 <sup>cD</sup>	1,2 <sup>bcA</sup>	1,2 <sup>bAB</sup>	1,3 <sup>bA</sup>	1,2	0,007	< 0,0001
Ácido Fórmico	1,8 <sup>aA</sup>	1,4 <sup>bC</sup>	0,7 <sup>dC</sup>	1,3 <sup>bA</sup>	0,9 <sup>cB</sup>	1,2	0,006	< 0,0001
Ácido Lático	1,2 <sup>aC</sup>	0,8 <sup>cdD</sup>	1,0 <sup>abAB</sup>	0,7 <sup>dC</sup>	0,9 <sup>bcB</sup>	0,9	0,007	< 0,0001
Ácido Lático + Cítrico	0,9 <sup>cD</sup>	2,1 <sup>aB</sup>	0,8 <sup>cBC</sup>	1,1 <sup>bB</sup>	0,8 <sup>cBC</sup>	1,1	0,006	< 0,0001
Metabissulfito de Sódio	1,6 <sup>bB</sup>	2,9 <sup>aA</sup>	1,0 <sup>cAB</sup>	0,6 <sup>dC</sup>	0,7 <sup>dC</sup>	1,4	0,007	< 0,0001
$\alpha$ -Monopropionina	0,9 <sup>bD</sup>	0,5 <sup>cE</sup>	0,3 <sup>dD</sup>	0,3 <sup>dD</sup>	1,3 <sup>aA</sup>	0,7	0,001	< 0,0001
Média	1,3	1,4	0,8	0,9	1			
EPM	0,007	0,006	0,007	0,005	0,004			
P valor	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001			
ANOVA	< 0,0001							
Tratamento	< 0,0001							
Tempo	< 0,0001							
Tratamento*Tempo	< 0,0001							

<sup>a,b,c,d,e</sup> Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>A,B,C,D</sup> Médias seguidas de diferentes letras maiúscula na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>1</sup> Tratamentos experimentais; <sup>2</sup> Tempo para o processamento; <sup>3</sup> Erro padrão médio.

Por outro lado, a acidez aumentou significativamente em decorrência do tempo de espera das vísceras para o processo, atingindo valores impróprios para o uso do ingrediente a partir das 24 horas todos os tratamentos (>3 mg de NaOH/kg (TABELA 4)). No entanto, o uso dos aditivos foi eficiente para prevenir este aumento acentuado na acidez em relação ao Controle.

**Tabela 5** Concentração de índice de Acidez inicial do óleo de víscera de frango em diferentes tempos de espera para o processamento e diferentes tratamentos com antimicrobianos

Tratamentos <sup>1</sup>	Tempo <sup>2</sup>					Média	EPM <sup>3</sup>	P valor
	0	12	24	36	48			
Controle	2,9 <sup>eA</sup>	4,4 <sup>dA</sup>	10,1 <sup>bA</sup>	8,6 <sup>cB</sup>	23,8 <sup>aB</sup>	10	0,007	< 0,0001
Ácido Fórmico	2,6 <sup>dB</sup>	1,9 <sup>eE</sup>	3,3 <sup>cF</sup>	6,1 <sup>bC</sup>	6,8 <sup>aDE</sup>	4,1	0,008	< 0,0001
Ácido Lático	1,9 <sup>dD</sup>	4,1 <sup>bB</sup>	6,3 <sup>aB</sup>	3,6 <sup>cE</sup>	6,3 <sup>aE</sup>	4,4	0,004	< 0,0001
Ácido Lático + Cítrico	2,4 <sup>dC</sup>	4,2 <sup>cA</sup>	4,4 <sup>cD</sup>	6,1 <sup>bC</sup>	8,1 <sup>aC</sup>	5	0,008	< 0,0001
Metabissulfito de Sódio	2,4 <sup>eC</sup>	2,7 <sup>dD</sup>	3,7 <sup>cE</sup>	5,0 <sup>bD</sup>	7,4 <sup>aD</sup>	4,2	0,004	< 0,0001
$\alpha$ -Monopropionina	2,0 <sup>eD</sup>	3,1 <sup>dC</sup>	5,8 <sup>cC</sup>	17,6 <sup>bA</sup>	39,0 <sup>aA</sup>	13,5	0,024	< 0,0001
Média	2,4	3,4	5,6	7,8	15,2			
EPM	0,005	0,006	0,006	0,007	0,023			
P valor	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001			
ANOVA	P valor							
Tratamento	< 0,0001							
Tempo	< 0,0001							
Tratamento*Tempo	< 0,0001							

<sup>a,b,c,d,e</sup> Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>A,B,C,D</sup> Médias seguidas de diferentes letras maiúscula na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>1</sup> Tratamentos experimentais; <sup>2</sup> Tempo para o processamento; <sup>3</sup> Erro padrão médio

## Experimento 2

Na Tabela 6 são mostradas as concentrações de antioxidantes nas amostras de óleo preservadas com os diferentes antioxidantes.

**Tabela 6:** Concentração analisada de antioxidante analisada em laboratório nas amostras de óleo de vísceras de aves preservadas com diferentes antioxidantes.

Tratamentos <sup>1</sup>	Antioxidantes <sup>2</sup>				
	BHT (mg/kg)	BHA (mg/kg)	ETX (mg/kg)	TBHQ (mg/kg)	Tocoferol total (mg/Kg)
Controle	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nat-1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nat-2	0,000	0,000	0,000	0,000	585,8
TBHQ	3,300	7,400	0,000	17,30	0,000
BHT	138,7	0,000	0,000	0,000	0,000
BHA-BHT	36,6	43,6	0,000	0,000	0,000
BHA-BHT1	37,62	45,71	0,000	0,000	0,000
BHT-ETX	15,20	0,000	66,80	0,000	0,000
ETX-AT	45,20	7,600	28,50	0,000	0,000

<sup>1</sup>tratamentos; <sup>2</sup>residual de antioxidantes

A determinação da estabilidade oxidativa em três diferentes temperaturas foi feita para entender a resistência térmica dos antioxidantes. Pelos resultados, o antioxidante Natural 2 (Nat-2) e os *blends* que continham BHA e BHT associados (BHA-BHT; BHA-BHT-1 e ETX-AT) foram mais estáveis em relação aos demais. Por outro lado, o BHT mostrou menos estabilidade, mesmo associado aos Etoxiquin.

Com o uso de reatores de oxidação é possível estimar a estabilidade oxidativa de óleos e gorduras em condições ambientais, aplicando-se a equação de Arrhenius, pela qual uma amostra dobra o seu período de indução a cada 10°C de redução na temperatura. Aplicando-se este modelo, foi possível estimar o seguinte *shelf-life* para as amostras estudadas, a 20°C (Temperatura ambiente): Controle – 389 dias; Nat-1 – 275 dias; Nat-2 – 781 dias; TBHQ – 462 dias; BHT – 466 dias; BHA-BHT – 633 dias; BHA-BHT1 – 866

dias; BHT-ETX – 415 dias; ETX-AT – 710 dias. Desta forma, todos foram estáveis incluindo o tratamento Controle, possivelmente associado aos cuidados na produção em condições laboratoriais.

**Tabela 7:** Estabilidade oxidativa do óleo de vísceras de aves preservada com diferentes antioxidantes em três diferentes temperaturas no reator de oxidação (110, 120 e 130°C).

Tratamento	Temperatura do reator Rancimat® (°C)			Média	SEM	P valor
	110	120	130			
Controle	18,25	9,17	3,19AB	10,2	4,37	0,009
Nat-1	12,88	7,56	3,72AB	8,05	2,65	0,782
Nat-2	36,61	20,04	8,56AB	21,73	8,14	0,018
TBHQ	21,70	13,36	4,98AB	13,34	4,82	0,002
BHT	21,88	8,41	2,04B	10,77	5,84	0,006
BHA-BHT	29,69	15,09	6,59AB	17,12	6,74	0,157
BHA-BHT1	40,62	20,75	8,69AB	23,35	9,3	0,001
BHT-ETX	19,45	10,09	5,3AB	11,61	4,15	0,006
ETX-AT	33,30	25,21	11,35A	23,28	6,4	0,001
Media	26,04	14,41	6,05			
SEM	3,126	2,105	1,006			
P valor	0,076	0,052	0,041			

<sup>A,B,C,D</sup> Médias seguidas de diferentes letras maiúscula na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>1</sup> Tratamentos experimentais; <sup>2</sup> Tempo para o processamento; <sup>3</sup> Erro padrão médio

### *Experimento 3*

Na Tabela 8 pode-se verificar que as farinhas obtidas de processos em diferentes temperaturas apresentaram valores muito próximos na Matéria seca, demonstrando uniformidade do material.

**Tabela 8:** Composição bromatológica da farinha de vísceras de aves processada em 3 diferentes temperaturas

Temperatura <sup>1</sup>	Composição Química <sup>2</sup>			
	Umidade	PB	MM	EEHA
103°C	87,68	75,94	7,39	8,81
108°C	90,93	77,13	7,66	8,73
113°C	89,98	78,71	7,55	8,44

<sup>1</sup>composição química, na matéria seca, exceto a umidade.

PB: Proteína Bruta MS: Matéria seca MM: Matéria mineral EEHA: extrato etéreo por hidrólise ácida.

O óleo de vísceras processado a 103°C apresentou a menor estabilidade em relação aos demais, como pode ser visto na Tabela 9. Note-se que este tratamento apresentou um período de indução aproximadamente 60% inferior aos demais.

**Tabela 9:** Estabilidade oxidativa do óleo de vísceras do Tratamento Controle de aves processado em três diferentes temperaturas (103, 108 e 113°C)

Tratamento <sup>1</sup>	Rancimat® <sup>2</sup>			Média	SEM	P valor
	110°C	120°C	130°C			
103°C	7,075aB	3,53b	1,38cB	3,99	1,061	0,003
108°C	18,26aA	9,18b	3,20bAB	10,21	2,832	0,009
113°C	18,40aA	8,34b	4,02cA	10,25	2,713	0,002
Media	14,58	7,01	2,87			
SEM	2,387	1,272	0,524			
P valor	0,001	0,113	0,038			

<sup>a,b,c,d,e</sup> Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>A,B,C,D</sup> Médias seguidas de diferentes letras maiúscula na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>1</sup> Tratamentos experimentais; <sup>2</sup> Rancimat®;

A temperatura de processo da farinha de Vísceras de aves neste estudo não afetou a digestibilidade do ingrediente na faixa estudada (P=0,853).

**Tabela 10.** Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica da farinha de vísceras de aves processada em 3 diferentes temperaturas (103, 108 e 113°C).

Item	Temperatura			Media	SEM	P valor
	103	108	113			
DIVMO	66,29	68,08	67,24	67,25	1,19	0,853

## 8. DISCUSSÃO

Os três experimentos neste estudo foram realizados no intuito de se estudar alguns fatores que comprometem em situações práticas a qualidade de óleos e farinha de origem animal, que são o processamento tardio do material, a estabilidade oxidativa em função do antioxidante usado e o efeito da temperatura de processo na qualidade da farinha e do óleo de frango.

Apesar da importância dos subprodutos de origem animal, existem poucos estudos para subsidiar melhorias na qualidade destes ingredientes. Ferrolli (2001) aponta a importância do processamento sobre a qualidade, com foco nos digestores, pois este equipamento é fundamental na homogeneização do material durante o cozimento, para que isto ocorra de maneira uniforme e no tempo e temperaturas de processo, os quais sofrem interferências. Além disto, os aditivos antioxidantes e antimicrobianos são frequentemente usados nestes ingredientes em função da instabilidade oxidativa e risco de contaminação cruzada após o processo, respectivamente.

A respeito dos aditivos, uma vez que *Pet food* emprega um volume elevado de matérias-primas de origem animal e tem sido constante a busca de aditivos naturais, é importante conhecer seu potencial de uso em substituição aos antioxidantes sintéticos, por exemplo. Aldrich et al. (2016) mostraram que a farinha de frango, se não estabilizada com antioxidantes, oxida-se rapidamente, mas que ocorre sua preservação de forma eficiente com o uso de antioxidantes sintéticos (Etoxiquin) ou naturais (mix de tocoferóis). Boyd (2016) mostrou instabilidade do óleo de frango, se não preservado com antioxidantes.

No Brasil, O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Instrução normativa nº 34, de 28 de maio de 2008, regulamenta as condições higiênico-sanitárias e de processamento de ingredientes de origem animal, os quais devem

ser processados com no máximo 24 horas após a sua produção no frigorífico, incluindo o início da fabricação da farinha na fábrica de subprodutos.

No experimento 1 ficou evidente a perda na qualidade, decorridas 24 horas de espera para o processamento, o qual deve ser evitado, mesmo que permitido por lei, uma vez que a acidez atingiu níveis inaceitáveis para uso em *Pet food*, de no máximo 3 mg de NaOH/g de amostra (ABINPET, 2019). A determinação de acidez pode fornecer um dado relevante na determinação do estado de conservação de um produto alimentício, pois um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio no meio, os quais acidificam o pH e podem ser tituláveis em NaOH (IAL, 2008), como foi feito neste trabalho. Neste estudo, a elevação da acidez possivelmente ocorreu devido a estes três fatores citados acima. É evidente a perda na qualidade do material em função destas alterações.

Não foram quantificadas aminas biogênicas no material, mas conforme verificado por Ribeiro (2018) e Tamin e Doerr (2003), 12 horas de espera para o processamento já são suficientes para proporcionar um aumento nos níveis destes marcadores de putrefação do material, tornando-os impróprios para o consumo. Braga (2019) verificou os teores de acidez em farinhas de penas em quatro estabelecimentos no Brasil e verificaram que todos atendiam os padrões de qualidade aceitável, confirmando também pelas análises de aminas biogênicas. No entanto, no estudo de Brinker et al. (2003), as análises de aminas biogênicas foram muito variáveis entre estabelecimentos.

O resultado da composição química do óleo no Experimento 1 (Tabela 1) deixa claro que a medida que se aumenta o tempo para o processamento do material, a composição química sofre modificação, onde o rendimento de óleo e o nível de proteína bruta tende a ser maior com o passar do tempo para o processamento, isso está relacionado ao fato de uma maior disponibilidade de aminoácidos livres e conteúdos celulares

decorrentes do processo de rompimento celular que se inicia no processo de autólise e putrefação, alterando assim as características do óleo de víscera de frango (Martínez-Alvarez et al., 2015).

Ribeiro (2018) verificou uma associação positiva entre o tempo de espera para o processamento e o coeficiente de digestibilidade da farinha de aves. Apesar de nutricionalmente ser importante o melhor aproveitamento do ingrediente, estes resultados devem ser analisados com cautela, pois indicam putrefação do material com liberação de aminoácidos. Possivelmente este material autolisado foi drenado junto com o óleo no processo de prensagem, o que promoveu o aumento na proteína bruta do óleo observado nos experimentos.

A medida que o tempo de espera para o processamento aumenta, observa-se que o material se torna mais liquefeito, sendo resultado do processo de autólise e com isso tende ao favorecimento de um menor teor de umidade no óleo de víscera de frango, resultado do processo de cocção (Jamdar e Harikumar, 2005). O teor de extrato etéreo total se manteve constante, não sofrendo modificações ao longo do tempo de espera, é possível verificar que por se manter inalterado não exerceu impacto no perfil de ácidos graxos (Tabela 3) que se manteve constante nos diferentes tempos de processamento.

É possível verificar o residual de antioxidantes (Tabela 2) que possui um comportamento de redução de sua carga em decorrência do tempo de espera, a maior carga de antioxidante é observada no T0 e a menor carga no T48, ou seja, existe um consumo dos produtos antioxidantes afim de preservar o material, durante a armazenagem de produtos de origem animal, algumas alterações químicas nas estruturas dos lipídeos tende a gerar efeitos na cascata de oxidação, as moléculas de triacilglicerídeos são hidrolisadas, produzindo moléculas de ácidos graxos livre, sendo essa reação química acelerada por ação enzimática, bacteriana ou processo térmico na presença de água ou oxigênio (Fernandes,

2015). Esta redução dos níveis de antioxidantes não foi acompanhada pela elevação do índice de peróxido, usado como indicador do processo oxidativo das amostras de óleo.

Para entender o processo oxidativo é importante verificar conjuntamente indicadores de oxidação (índice de peróxido), concentração de antioxidantes e concentração de ácidos graxos. Em síntese, conforme discutido acima, não foi verificado aumento nos níveis de peróxido do óleo imediatamente após o processamento e também o perfil de ácidos graxos foi inalterado com o tempo de espera para o processamento, embora os antioxidantes tenham reduzido linearmente. A explicação para este achado é de que possivelmente o peróxido formado pela oxidação do material cru, uma vez que este composto é volátil, possivelmente foi volatilizado durante o aquecimento das vísceras durante o cozimento. A partir daí, os microrganismos foram eliminados e após o processo os níveis de peróxidos encontraram-se baixos, mesmo com a acidez extremamente elevada, sendo um bom indicador da putrefação do material cru. Uma vez oxidado, era esperado uma redução nos níveis de ácidos graxos do óleo, porém esta pode ter sido uma limitação neste estudo, uma vez que se analisou o perfil de ácidos graxos (relação entre os ácidos graxos na amostra) e não nas suas concentrações absolutas, a qual possivelmente foi reduzida pela oxidação. Um bom indicador de que estas perdas realmente ocorreram foi a redução em aproximadamente 60% dos antioxidantes sintéticos das amostras após 48 horas, mostrando que estes compostos foram consumidos no processo oxidativo do material cru e no cozimento para a produção da farinha de vísceras de aves, visando proteger os nutrientes da oxidação ocorrida nestas etapas.

Substâncias antioxidantes sintéticas (BHT, BHA, etoxiquim), podem ser incorporadas para diminuir a autooxidação dos ácidos graxos (Cabel, 1998). Raccanici et al. (2000), sugere que 500 mg/kg de BHT adicionado a farinha de carne e ossos previne a rancidez oxidativa, enquanto Boyd (2016) verificou que 200 mg/kg de BHT ou uma

associação de 180 mg/kg de BHA e BHT são suficientes para garantir o *shelf-life* do óleo de frango. Neste trabalho foi adicionado 300mg/kg de antioxidante inicialmente e parece que estes níveis foram suficientes até 48 horas, uma vez que ainda havia um residual de 83 mg/kg.

Neste estudo, exceto a monopropionina, todos os demais aditivos mostraram atividade na prevenção da deterioração do óleo de vísceras de aves. Porém, o efeito mais marcante foi do ácido fórmico seguido pelo metabissulfito de sódio, os quais mantiveram mais baixos os níveis de acidez. Ácidos orgânicos são amplamente utilizados e seguros, uma vez que são considerados aditivos naturais não quimioterápicos, mas sim que atuam principalmente pela sua capacidade de acidificar o meio, inibindo o crescimento de microrganismos putrefativos (Theron and Louis, 2007). A utilização destes aditivos neste estudo mostrou ser uma estratégia eficiente para garantir a mínima decomposição do material antes do processo.

No Experimento 2, os antioxidantes que mostraram melhor efeito sobre a estabilidade oxidativa das amostras foram o Natural-2, a base de tocoferóis, porém, em maior concentração do que o Natural-1 e todos os antioxidantes que continham BHA, associado ao BHT ou ao Etoxiquin. Isto mostra o potencial de uso dos antioxidantes naturais em substituição aos sintéticos, conforme também verificado por outros autores (Aldrich et al., 2016). Por outro lado, Junior (2019) também comparou antioxidantes naturais e sintéticos para a preservação de *Pet food* e obteve melhores resultados com o uso destes últimos. Embora não haja comprovação científica de que o BHA nas doses recomendadas seja carcinogênico para cães e gatos em longo prazo, inclusive sendo este antioxidante permitido para uso por agências respeitadas Internacionais como o FDA (2008) e EFSA (2019), a pressão do mercado consumidor pela substituição dos antioxidantes sintéticos por naturais é cada vez maior (Tian et al., 2013). Neste estudo, os

resultados obtidos sugerem que esta permuta é possível, uma vez que a estimativa do *shelf-life* do óleo preservado com antioxidante Nat-2 foi praticamente o dobro do tratamento Controle e semelhante aos tratamentos com BHA.

Foi possível observar que o tratamento 6 a base de Hidróxido de Anizola Butilado (B.H.A), Hidróxido de Tolueno Butilado (B.H.T.), Óleo Vegetal e Lecitina de Soja com o uso de 500mg/kg teve o maior índice de PI significando que o mix de antioxidantes é capaz de manter a estabilidade oxidativa do óleo por mais tempo, esse resultado foi parecido ao obtido por Raccanici et al. (2000), que define a quantidade de 500 mg/kg de BHT adicionado a farinha de carne e ossos previne a rancidez oxidativa. O tratamento Nat-2 apresentou em sua composição Tocoferol, Lecitina de Soja, Extrato de Alecrim e Óleo Vegetal com uso de 800mg/kg, os quais foram semelhantes ao antioxidante sintético BHA. Ramalho e Jorge (2006) obtiveram melhor efeito protetor sobre o óleo de soja contra a oxidação, quando aplicado nas concentrações 1.000 mg/kg de tocoferol, no presente estudo foi observado efeito protetor do tocoferol com apenas 800 mg/kg aplicado ao óleo de víscera de frango.

No Experimento 3, o material processado em três diferentes temperaturas, 103°, 108° e 113°, apresentou composição muito próxima, mostrando que o material processado foi homogêneo. Em um estudo realizado por Butolo (2002) fez uma observação que farinhas que são processadas em temperaturas acima de 120° em razão de problemas no sistema de extração de gordura, reduz a quantidade de aminoácidos, o que reflete em diferença na composição da farinha. Os valores obtidos para as farinhas de víscera processadas em diferentes temperaturas, se manteve próximo aos valores médios encontrados no Brasil. Segundo Bellaver (2009) a composição das farinhas de vísceras de aves produzidas nas fabricas brasileiras revelaram que os teores de matéria mineral variaram entre 10,0 a 17,0% e os de extrato etéreo oscilaram entre 9,50 e 16,0% e os de

proteína bruta 55,0 a 65% essa variação esta relaciona a falta de padronização da matéria prima e do processamento.

Quanto a estabilidade oxidativa do óleo, foi possível verificar diferenças entre as temperaturas, a temperatura de 103° apresentou um período de indução menor que as temperaturas 108° e 113° o que implica que a sua estabilidade oxidativa é menor do que as farinhas processadas em temperaturas mais elevadas, segundo FOOD (2016), a rancidez e a deterioração da gordura, constitui um importante problema técnico nas indústrias de alimentos e pode ocorrer através de duas formas diferentes: rancidez oxidativa, causada pela auto-oxidação dos triacilgliceróis com ácidos graxos insaturados por oxigênio atmosférico; ou rancidez hidrolítica, causada pela hidrólise da ligação éster por lipase ou agente químico na presença de umidade. É possível verificar um menor teor de matéria seca na farinha obtida a 103° e talvez como resultado exista uma maior umidade no óleo e com isso tenha resultados que tendem a influenciar na sua estabilidade oxidativa.

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) nas diferentes temperaturas também não sofreu alteração, ressaltando que a temperatura não foi suficiente para alterações de composição química. Para Barros (2007) através do aquecimento moderado, as proteínas sofrem alterações em suas estruturas terciárias levando a perda significativa da solubilidade. Contudo, o aquecimento severo conduz a alterações importantes nos aminoácidos mais sensíveis como a Lisina, que pela formação de ligações isopeptídicas altera a digestibilidade, e a Cisteína, que a 115°C se converte a sulfeto de dimetila e outros compostos.

## 9. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o processamento do material cru após 24 horas ou mais do mesmo ser gerado nos frigoríficos torna-o impróprio para o uso em *Pet food* e que aditivos antimicrobianos podem parcialmente inibir o processo de

deterioração do material, minimizando os impactos negativos do tempo de espera para o processo. Os antioxidantes são fundamentais no processo de estabilização da gordura de frango para garantir sua qualidade, independente da origem natural ou sintética, porém, com diferenças na estabilidade promovida pelos diversos antioxidantes disponíveis comercialmente. O processamento da farinha de vísceras em temperaturas entre 103-113°C não interfere na digestibilidade do material. É possível que temperaturas mais elevadas comprometam seu valor nutricional, mas isto não foi avaliado neste estudo.

## 10. LITERATURA CITADA

Annual Report 2008 European Food Safety Authority – EFSA

Barros, Fernando Duque Reciclagem de resíduos de origem animal: um estudo qualitativo entre processos contínuos e descontínuos e a geração de odores fugitivos / Fernando Duque Barros. –São Caetano do Sul: IMT-CEUN, 2007

Bellaver, C. 2001. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. In.: Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal, Campinas-SP. Palestra

BRAGA, Douglas Evangelista. Potencial de uso de aminoácidos e aminas bioativas livres como índice de autenticidade e qualidade de farinhas de origem animal. 2019. Dissertações de Mestrado - Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.

BRINKER, C.A.; RAYNER, C.J.; KERR, M.G.; BRYDEN, W.L. Biogenic amines in Australian animal by-product meals. Aust. J. Experim. Agric., n. 3, 2003

Butolo J.E, Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas: CBNA, 2002.

Butolo JE, Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas: CBNA, 2002.

Cabel, M.C.; Waldroup, P.W. et al. Effects of ethoxyquin feed preservative and peroxide level on broiler performance. Poultry Sci.6:1725-1730. 1988. Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. São Paulo: SINDIRAÇÕES/ANFAL; Campinas: CBNA/SDR/MA, 371 p. 1998

Engberg et al., 1996 R.M. Engberg, C. Lauridsen, S.K. Jensen, K. Jakobsen Inclusion of oxidized vegetable oil in broiler diets. Its influence on nutrient balance and on the antioxidative status of broilers Poult. Sci., 75 (1996)

Fernandes Eder de Sousa Avaliação de fatores que afetam a qualidade de farinha de vísceras na indústria de subprodutos avícolas; 2016

FOOD INGREDIENTS BRASIL Nº 29 – 2016

- Guibourdenche, M.; Roggentin, P.; Mikoleit, M.; Fields, P. I.; Bockeühl, J.; Grimont, P. A. D.; Weill, F. X. Supplement 2003 - 007 (No.47) to the White-Kauffmann -Le Minor scheme. *Research in Microbiology*, v. 161, p.26-29, 2010.
- Jamadar. V; Jamadar. S; Dandekar. S; Harikumar P. Purification and characterization of aminopeptidase from chicken intestine. *J. Food Sci.* 68: p. 438-443, 2005
- Laflamme, D., Izquierdo, O., Eirmann, L., Binder, S., 2014. Myths and misperceptions about ingredients used in commercial pet foods. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice* 44, 689-698
- Mani-lópez, E. et al. Organic acids as antimicrobials to control Salmonella in meat and poultry products. *Food Research International*, v.45, p.713-721, 2012.
- MAZUTTI M. A.; TREICHEL H.; DI LUCCIO, M. Esterilização de farinha de subprodutos animais em esterilizador industrial. *Rav. Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v 30, n. 1, p. 48-54, 2010"
- Nascimento AH, Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados por diferentes metodologias para aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.3, p.1409-1417, 2002.
- NRC - National Research Council. Nutrient requirements of dogs and cats. 2006. Washington, DC: The National Academy
- Racanicci, A. M. C.; Menten, J.F.M.; D'Arce, M.A.B.R.; Pino, L.M. 2008. Efeito do uso de óleo de vísceras de aves oxidado na ração de frangos de corte sobre o desempenho, a composição da carcaça e a estabilidade oxidativa da carne da sobrecoxa. *R. Bras. Zootec* 37
- "Racanicci, Aline Mondini Calil O efeito do uso do óleo de vísceras de aves oxidado no desempenho de frangos de corte e na estabilidade oxidativa da carne da sobrecoxa/ Aline Mondini Calil Racanicci. -- Piracicaba, 2004.
- Ramalho, V.C.; Jorge, N., 2006. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Química Nova*, 29
- Ribeiro, Leonir. Bueno; Estratégias de melhoria da estabilidade oxidativa e qualidade nutricional de farinha de vísceras de aves. 2018 Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade estadual de Maringá, Maringá.
- RIBEIRO, Priscila Martins. Oxidação lípidica no processo de extrusão em pet food. 2018. Dissertação (mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.
- ROCHA JUNIOR, C. M. da. Aditivos tecnológicos em processo e na digestibilidade de alimentos secos extrusados para cães. 2019. 94 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

- Tamim, N. M., L. W. Bennett, T. A. Shellem, and J. A. Doerr. 2003. High-performance liquid chromatography determination of biogenic amines in poultry carcasses. *J. Agric. Food Chem.*
- Tian, F., Decker, E.A., Goddard, J.M., 2013. Controlling lipid oxidation of food by active packaging Technologies. *Food. Funct.*
- Therond PT, Roussetot DB, Spraul AD, Conti M, Legrand A. Biomarkers of oxidative stress: an analytical approach. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2000
- Wales, A. D., Allen, V. M., Davies, R. H. Chemical treatment of animal feed and water for the control of Salmonella. *Foodborne Pathogens and Disease*, v. 7, p. 3-15, 2010.
- Zarei, A. Mohammadi, M.; Hemmati, B., 2014. Metabolizable Energy and Chemical Composition of Poultry by-Product Meal. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 4, 849-853