

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DO FARELO DE MACARRÃO EM
DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

ANA CAROLINA FERREIRA DOS SANTOS

RECIFE – PE
JANEIRO, 2018

ANA CAROLINA FERREIRA DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DO FARELO DE MACARRÃO EM
DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós –
Graduação em Zootecnia da Universidade Federal
Rural de Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Área de concentração: Nutrição Animal

Comissão de Orientação:

Prof^a. Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke – Orientadora

Prof^o. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello

Prof^o. Dr. Guilherme Rodrigues do Nascimento

RECIFE – PE

JANEIRO, 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S237a Santos, Ana Carolina Ferreira dos
Avaliação nutricional e energética do farelo de macarrão em dietas para frangos de corte / Ana Carolina Ferreira dos Santos. – 2018.
54 f.: il.

Orientadora: Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke.
Coorientadores: Carlos Bôa-Viagem Rabello, Guilherme Rodrigues do Nascimento.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2018.

Inclui referências e apêndice.

1. Análise econômica 2. Avaliação nutricional 3. Energia 4. Ganho de peso 5. Subprodutos de massa I. Ludke, Maria do Carmo Mohaupt Marques, orient. II. Rabello, Carlos Bôa-Viagem, coorient. III. Nascimento, Guilherme Rodrigues do, coorient. IV. Título

CDD 636

ANA CAROLINA FERREIRA DOS SANTOS

Avaliação nutricional e energética do farelo de macarrão em dietas para frangos de corte

Dissertação defendida e aprovada pela comissão Examinadora em 29 de janeiro de 2018.

Orientadora:

Prof^a. Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia
Orientadora

Banca examinadora:

Prof^o. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia

Prof^a. Dra. Alcilene Maria Andrade Tavares Samay
Instituto Federal de Pernambuco
Câmpus Belo Jardim

**RECIFE - PE
JANEIRO, 2018**

Dedico

Aos meus avós, Ivone de Castro Heráclio Ferreira e Luiz Joaquim Ferreira, por serem meu porto seguro e os amores da minha vida.

Aos meus padrinhos, Ana Cavalcanti de Lima e Telson Luiz Ferreira, por todo apoio, companheirismo e incentivo

À minha afilhada, Maria Luisa Ramos da Silva, por ser o presente mais lindo que Deus me deu, minha filha do coração.

Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por concretizar todos os meus sonhos.

À Ivone de Castro Heráclio Ferreira e Luiz Joaquim Ferreira, por aceitarem ser meus pais, por todos os cuidados e conselhos, por cada sim e cada não. Por todas as abdições, quero que saibam que o pouco que sou, devo a vocês. Eu amo vocês imensamente.

Aos meus padrinhos Telson Luiz Ferreira e Ana Cavalcanti de Lima (*In Memoriam*) por toda ajuda, carinho e proteção que sempre me deram.

À Maria Luisa Ramos da Silva, por todo o amor. Você é a menina dos meus olhos. Te amo!

Aos meus primos, tias e familiares por me aguentarem nos momentos de chatice e por todo o incentivo.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade dada.

A minha orientadora, prof^a. Maria do Carmo, por toda a paciência, dedicação e ensinamentos transmitidos. Por todo apoio e contribuições.

À CAPES, pela concessão da bolsa

Aos meus co-orientadores, prof. Carlos Bôa-Viagem e prof. Guilherme Rodrigues, por toda a ajuda.

Ao pesquisador Jorge Vitor Ludke, pela ajuda prestada.

Aos professores Wilson, Francisco, Sherlânea e a zootecnista Fátima Sampaio, por todo o auxílio dado a mim, por além de serem ótimos profissionais, serem pessoas de belíssimos corações.

Aos amigos, Lidiane, Jusseide, Juliane, Heraldo, Julia, Clara, Bárbara, Lucas, Renata, Marina, Larissa, Elizabete, Camilla, Andresa, Gabriella, Kaline, Rogério, Karine, Levi, Bruno, Sharlane e Felipe, por todas as vezes que me ajudaram. Muito obrigado por estarem ao meu lado sempre que precisei. Adoro vocês.

Ao laboratório de nutrição animal, pela oportunidade de realizar as análises necessárias.

Aos funcionários, Cynthia, Reinaldo, Vanessa, Carlos, Gilmar, Lili e Romildo, por toda a colaboração.

À seu Pedro, por todo o apoio e ajuda.

E a todos que direta e indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho.

“Não te mandei eu? Esforça-te e tem bom ânimo; não temas nem te espantes; porque o Senhor teu Deus é contigo, por onde quer que andares.”

Josué 1:9

SUMÁRIO

Lista de tabelas.....	Página ix
Lista de figuras.....	x
Considerações Iniciais.....	xi

Capítulo I

1. Avicultura de corte.....	14
2. Macarrão – Origem, produção e processo de fabricação.....	15
2.1. Origem e produção brasileira de massas alimentícias.....	15
3.2. Classificação do macarrão.....	16
3.3. Componentes existentes e processamento do macarrão tipo espaguete....	16
3.4. Composição nutricional do macarrão e efeito do processamento do sobre sua composição.....	17
3. Obtenção dos coprodutos das massas alimentícias e sua utilização nas dietas de Não-Ruminantes.....	19
4. Considerações finais.....	21
5. Referências.....	22

Capítulo II

Resumo.....	27
Abstract.....	28
Introdução.....	29
Materiais e métodos.....	30
Resultados.....	34
Discussões.....	37
Conclusão.....	40
Referências.....	41

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Artigo	
Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais da ração da ração referência do ensaio de metabolismo.....	43
Tabela 2. Composição percentual e valores nutricionais das rações da fase pré-inicial.....	44
Tabela 3. Composição percentual e valores nutricionais das rações da fase inicial.....	45
Tabela 4. Composição percentual e valores nutricionais das rações da fase crescimento....	46
Tabela 5. Composição percentual e valores nutricionais das rações da fase Final.....	47
Tabela 6. Médias das variáveis de desempenho de frangos de corte alimentados com níveis crescentes de inclusão do farelo de macarrão.....	48
Tabela 7. Equações de regressão das variáveis de desempenho.....	49
Tabela 8. Média das características de carcaça de frangos de corte alimentados com níveis crescentes de farelo de macarrão.....	50
Tabela 9. Equações de regressão das variáveis de características de carcaça.....	51
Tabela 10. Médias dos parâmetros da análise econômica.....	52
Tabela 11. Equações de regressão da análise econômica.....	53

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Consumo de ração no período de 1-42 dias.....	55
Figura 2. Ganho de peso no período de 1-42 dias	55
Figura 3. Conversão alimentar no período de 1-42 dias.....	55
Figura 4. Peso final aos 42 dias.....	55
Figura 5. Peso vivo em jejum.....	55
Figura 6. Peso da carcaça quente.....	55
Figura 7. Peso da moela cheia.....	55
Figura 8. Rendimento de moela cheia.....	55

A avicultura de corte brasileira tem alcançado excelentes patamares internacionais devido a fatores como: manejo, melhoramento genético, nutrição, sanidade e ambiência. Entretanto, a nutrição ainda é um fator que onera bastante a produção de frangos de corte, chegando a representar aproximadamente 70% dos custos totais de produção, já que o milho e o farelo de soja que são os ingredientes mais utilizados para compor as rações, sofrem oscilações nos preços de aquisição em virtude da sazonalidade dos mesmos, além de serem utilizados na alimentação humana e em vários ramos da indústria.

Dessa forma, cada vez mais vem aumentando a busca por alimentos alternativos ou não convencionais, que sejam capazes de substituir de forma parcial ou total os ingredientes convencionais, objetivando reduzir os custos com a alimentação, sem afetar negativamente o desempenho produtivo dos frangos.

A utilização de subprodutos das indústrias de massas nas dietas de frangos de corte surge como uma promissora estratégia, pois propicia a preservação ambiental, já que aquele coproduto que poderia ter um descarte inadequado e poluir o meio ambiente, passa a ser introduzido nas rações das aves, fazendo com que o mesmo possa se transformar em proteína de alto valor biológico a carne de frango, para o consumo humano. Porém, para utilizar um ingrediente alternativo nas dietas de frangos de corte torna-se indispensável conhecer sua composição e valor energético, verificar a existência de compostos antinutricionais e possíveis contaminações, sua disponibilidade regional e viabilidade econômica.

O Brasil é o sexto maior produtor mundial de massas alimentícias, possuindo aproximadamente 80 fábricas que produzem macarrão espalhadas por todo o território nacional. A produção de macarrão anual é de 1,2 milhões de toneladas, gerando aproximadamente 60 mil toneladas de resíduo que apresentam níveis de proteína (11,9%) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (3494 kcal/kg) mais elevado que os do milho (7,86% de proteína e 3364 kcal/kg de EMAn) de acordo com as tabelas de Rostagno et al. (2017). Além disso, as indústrias de massas possuem produção constante onde o custo de aquisição do subproduto não sofre influência de safras. Assim, o farelo de macarrão torna-se uma ótima estratégia de redução dos gastos com a nutrição animal e contribuir na preservação do meio-ambiente. Dentre as massas secas o tipo espaguete se destaca.

Ainda são escassas as pesquisas sobre a utilização do farelo de macarrão na alimentação animal, com isso faz-se necessária a caracterização energética e nutricional do farelo macarrão e determinação do melhor nível de inclusão desse subproduto nas rações para frangos de corte

levando-se em consideração o desempenho, parâmetros sanguíneos (glicose), caracterização da carcaça e viabilidade econômica.

CAPÍTULO I

Referencial Teórico

1. Avicultura de corte

Atualmente, o Brasil é considerado o segundo maior produtor mundial de frango de corte, onde no ano de 2016, obteve uma produção de 12,90 milhões de toneladas, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, que no mesmo ano produziu 18,26 milhões de toneladas (ABPA, 2016). A região sul, de acordo com o IBGE (2016), liderou a produção de frangos de corte, com aproximadamente 45,3% do total de frangos produzidos, seguida da região sudeste (26,6%), centro-oeste (12,8%), nordeste (11,6%) e norte (3,8%).

A carne de frango possui uma boa aceitação nacional, liderando o consumo de proteína de origem animal, porém de acordo com a ABPA (2016), o consumo *per capita* de carne de frango em 2016 (41,1 kg/hab/ano), apresentou uma redução de aproximadamente 5% em relação ao ano anterior (43,25 kg/hab/ano), devido à crise econômica que o país enfrenta, que reduziu o poder de compra da população.

De acordo com a EMBRAPA (2016), o Brasil é o maior exportador de carne de frango, com registro de exportações de 4.384 mil toneladas de carne, em 2016. E arrecadação de aproximadamente 6.848 milhões de dólares. Segundo a ABPA (2016), os frangos são exportados principalmente na forma de cortes (59%), frango inteiro (31%), salgados (4%), industrializados (4%) e embutidos (2%). Segundo o MAPA (2016), a região sul liderou as exportações de frango, com uma participação de 76,29% total de frango exportado, com contribuição do Paraná (35,85%), Santa Catarina (23,24%) e Rio Grande do Sul (17,20%). Já em relação as importações, os principais países que importam a carne de frango brasileira são: Arábia Saudita, China e Japão (IBGE, 2016).

Embora o Brasil mantenha-se em posição de destaque como um dos maiores produtores mundial de frango de corte, no ano de 2016, houve uma redução de 1,8% na produção em relação ao ano de 2015 (ABPA, 2016). E os custos com a alimentação chegaram a 66,22% do total dos custos de produção (EMBRAPA, 2016), já que o milho e soja, principais ingredientes utilizados nas rações dos frangos de corte, obtiveram valorização no preço e a inclusão desses ingredientes tornavam mais onerosas as rações, elevando os custos com a nutrição e a redução das margens de comercialização (FERNANDES et al. 2012). Proporcionando assim, a busca por alimentos alternativos que possam substituir total ou parcialmente estes ingredientes convencionais para reduzir os custos de produção, sem afetar o desempenho produtivo dos animais.

2. Macarrão- Origem, produção e processo de fabricação

2.1. Origem e produção brasileira de macarrão

As massas alimentícias são conhecidas mundialmente como “pasta” palavra originada do grego “pastillo”, já no Brasil elas são popularmente conhecidas como “macarrão” palavra originada do grego “makària” que significa caldo de carne enriquecido com farinha de trigo e cereais (ABIMAPI, 2016).

Em relação ao lugar de origem e o período no qual o macarrão começou a ser produzido, é um assunto de muita discussão. Segundo ROCHA et al. (2008) foi na Itália que surgiu “maccari” que significa esmagar e amassar com força, um tipo rústico de massa, e além disso foi na Sicília, a quinta maior cidade Italiana, que surgiu o primeiro equipamento manual para a fabricação do macarrão. De acordo com WANKENNE (2012), por volta 2.500 a.C, já haviam escritos dos assírios citando a existência de produtos fabricados a base de cereais moídos e água. Segundo LU et al. (2005), por volta de 2.000 a.C, já se produzia macarrão no noroeste da China. Embora ainda haja controvérsias sobre a origem do macarrão, sabe-se que foram os italianos, no século XIII, os principais responsáveis por sua difusão, incrementando sua composição e criando aproximadamente 500 tipos e formatos de massas alimentícias. Dessa forma, também foram os italianos os responsáveis por trazer o macarrão para o Brasil, por volta do Século XIX, através da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (MALUF et al. 2010).

Segundo a ABIMAPI (2016) o Brasil é o sexto maior produtor mundial de massas alimentícias, onde no ano de 2016 obteve uma produção de aproximadamente 1,2 milhões de toneladas, ficando atrás da China, Indonésia, Itália, Estados Unidos e Rússia. O setor de massas brasileiro é composto por aproximadamente 80 empresas, onde a maior dentre elas é composta por 12 unidades que lideram com 28,4% das vendas.

No ano de 2016 a produção das massas alimentícias obteve uma redução de aproximadamente 1,9% na sua produção, decorrente do aumento do preço de aquisição trigo, seu principal ingrediente. Já que segundo a CONAB (2016), o Brasil que é considerado o 22º maior produtor de trigo, produziu aproximadamente 5.882,2 mil toneladas, em 2016. Produção não suficiente para atender a demanda nacional, necessitando importar de países como: Argentina, Canadá e Estados Unidos.

2.2. Classificação do macarrão.

No Brasil, o macarrão é um alimento que possui grande aceitabilidade, entretanto para que possa ser comercializado deve estar dentro de alguns padrões. Segundo a ANVISA (2005) o macarrão pode ser classificado em relação ao teor de umidade em: massas instantâneas ou pré-cozidas por fritura, devem conter no produto acabado no máximo 10% de umidade; massas instantâneas ou pré-cozidas desidratadas por ar quente ou outros meios (exceto fritura), devem estar no máximo 14,5% de umidade; massas úmidas ou frescas, é permitido que contenham no máximo 35% de umidade, e as massas secas, que devem conter no máximo 13% de umidade, possuindo como seu principal representante o espaguete. Dentre os tipos de massas alimentícias, as massas secas apresentam uma maior comercialização (81,4%) nas vendas; seguida pelas massas instantâneas (15%) e as massas frescas (3,6%) (ABIMAPI, 2016).

Segundo a ABIMAPI (2016), o macarrão espaguete, também, é considerado uma massa longa, por possuir mais de 10 cm de comprimento, sendo o mais consumido no Brasil, com 40% da preferência.

2.3. Componentes existentes e processamento do macarrão tipo espaguete

As massas alimentícias ou macarrão, segundo DENARDIN et al (2009), é um produto não fermentado, encontrado em diversos formatos e tamanhos, obtido através do empastamento do trigo com água, podendo ainda ser adicionado alguns outros ingredientes e substâncias permitidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), como por exemplo: ovos, beterraba, cenoura, espinafre, dentre outros. A qualidade dos ingredientes que são utilizados na produção do macarrão é de extrema importância, já que deles dependem a qualidade do produto final obtido (MARIUSSO, 2008).

Segundo a ANVISA (2005) os principais ingredientes utilizados na fabricação do macarrão são: farinha de trigo (*Triticum aestivum L.*), trigo *durum* (*Triticum durum L.*), a semolina e água. A farinha de trigo de acordo com MARIUSSO (2008) que é utilizada nas indústrias de massas, apresenta cerca de 10-14% de proteína, 14% de água, 70-75% de amido, 2-3% de polissacarídeos não amiláceos e 2% de lipídeos. Quanto ao trigo *durum*, COSTA et al. (2008) afirmam que possui uma dureza específica e uma coloração amarela intensa devido à presença de quantidades razoáveis de carotenoides. A semolina, é obtida pela moagem do trigo onde as partículas apresentam a granulometria entre 0,250 mm e 0,420 mm, sendo esse componente de difícil disponibilidade no mercado nacional (SPANHOLI & OLIVEIRA, 2009). Segundo NUNES et al. (2006) a água é um ingrediente importantíssimo na fabricação de massas, que deverá ser incolor, inodora, insípida e isenta de microrganismos, tendo como

função dissolver alguns compostos, hidratar, dar consistência e assegurar a formação do glúten. A quantidade de água utilizada no processo de fabricação das massas alimentícias varia de acordo com o tamanho da partícula do trigo ou seus derivados, variedade do trigo utilizada e teor de proteína de farinha de trigo. Outro ingrediente que é adicionado na fabricação das massas alimentícias é o ovo, com o objetivo de melhorar o valor nutricional, a coloração e a elasticidade, além de reduzir os teores de água (GUERREIRO, 2006).

Segundo BAKKER (2010) o processo de fabricação do macarrão engloba cinco etapas: a mistura dos ingredientes, que segundo GUERREIRO (2006) consiste em unir os ingredientes sólidos (farinha de trigo e aditivos) e os ingredientes líquidos (água e ovos); o amassamento, consiste em homogeneizar os ingredientes, geralmente realizado a vácuo, com o objetivo de evitar a formação de bolhas de ar na massa, que origina pontos esbranquiçados no macarrão (GUERREIRO, 2006; PEREIRA, 2007); a moldagem, onde a massa é empurrada contra a matriz ou trefila pela rosca sem fim, gerando desse modo a forma do macarrão, nesse processo a temperatura deve se manter em torno de 50 °C, o macarrão ao sair da trefila é imediatamente cortado por facas rotativas, onde sua velocidade determinará o tamanho do macarrão (BONATTO e KENNEDY, 2008); a secagem que segundo COMELLI et al. (2011) se extrai quantidades pré-determinadas de água para cada tipo de macarrão, onde as massas secas devem ficar com no máximo 13% de umidade, e após estarem prontas ocorre o empacotamento com objetivo de mantê-las protegidas de contaminantes do meio ambiente.

2.4. Composição nutricional do macarrão e efeito do processamento sobre as massas alimentícias.

O macarrão é um alimento energético, bastante consumido mundialmente devido a sua excelente composição, onde NUNES et al. (2001a) afirma que o macarrão tipo espaguete apresenta 12,34% de proteína bruta; 87,90% de matéria seca; 1,17% de extrato etéreo; 2,0% de fibra em detergente neutro; 0,6% de fibra em detergente ácido; 0,24% de celulose; 0,17% de lisina. Quanto ao teor de amido das massas alimentícias LOPES (2007) afirma que o macarrão tipo espaguete cru apresenta cerca de 70,8% de amido. Valores inferiores para a proteína (11,9%), matéria seca (88,5%) e extrato etéreo (0,81%) foi encontrado por ROSTAGNO et al. (2017), além disso, verificaram que o macarrão possui 3494 kcal/kg de energia bruta. Já SILVA et al. (2014) afirmam que o macarrão apresenta na sua composição valores superiores aos demais autores, com 14,3% de proteína bruta; 89,8% de matéria seca; 1,3% de matéria mineral, 2,6% de extrato etéreo e 0,3% de fibra bruta. É válido ressaltar que as diferenças da composição

nutricional encontradas pelos diferentes autores devem-se aos diferentes tipos de macarrão. Como por exemplo, o macarrão instantâneo que sofre um processo de fritura em óleo quente que eleva o teor de gordura do alimento (LEORO, 2011). E que segundo LIMA et al. (2012) apresenta uma composição química de: 94,58%, 10,40%, 15,48%, 4617 kcal/kg e 3,27% de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta e matéria mineral, respectivamente em base na matéria seca do alimento.

Segundo NASCIMENTO (2008) além de conter níveis de proteína bruta superior ao milho, o macarrão por ser um alimento derivado do trigo é composto em aproximadamente 85% por duas proteínas: as gliadinas, proteínas de cadeia simples, responsável pela consistência das massas e as gluteninas, proteínas de cadeia ramificada, que fornece elasticidade. Ambas são proteínas ricas em aminoácidos como: asparagina, prolina e aminoácidos sulfurados (CAUVAIN & YOUNG, 2009). Essas proteínas (gliadinas e gluteninas) segundo ARAÚJO et al. (2014) possuem como principal característica, o rearranjo estrutural em contato com água, formando um complexo protéico chamado de glúten. As outras proteínas são as não formadoras de glúten que tem como representantes albuminas e globulinas, compreendendo 15% das proteínas (AQUINO et al, 2008).

Durante a produção do macarrão o amido é um nutriente que requer atenção, porque para que ocorra a gelatinização faz-se necessário faixas de temperaturas específicas, onde as raízes e tubérculos apresentam temperatura de gelatinização menor em relação ao amido originado de cereais, como exemplo: a batata com uma faixa de temperatura entre 58-65°C, mandioca 52-65°C, milho 62-80°C e trigo 59- 85°C (PEREIRA, 2007).

Outro fato importante segundo ELIASSON (2004), é que o amido possui uma fração que não é degradada e absorvida no intestino delgado, dessa forma sendo chamado de amido resistente (amilose), que através da sua fermentação no intestino grosso produzirá gases e ácidos graxos de cadeia curta. Segundo DENARDIN & SILVA (2009) o amido resistente se classifica em: amido fisicamente inacessível (AR₁), grânulos de amido resistente (AR₂) e amido retrogrado (AR₃). O amido fisicamente inacessível é aquela fração do amido que impede o acesso da amilase pancreática, diminuindo a digestibilidade do amido. O grânulo de amido resistente corresponde a fração que é armazenada em grânulos, que são corpos intracelulares parcialmente cristalinos. E o AR₃ é obtido por processo de retrogradação que tem maior propensão de ocorrer em amidos com altos teores de amilose (molécula de linear, onde a glicose se encontra unida através ligações glicosídicas α -1,4), resultando em contração, aumento da firmeza e aumento da opacidade gel ficando mais resistentes a hidrólise enzimática (MUNHOZ et al., 2004). Segundo os autores, este processo é originado após o resfriamento do gel quando

a temperatura é reduzida a temperatura ambiente, onde ocorre a formação das pontes de hidrogênio intermoleculares fazendo com que a água existente entre as moléculas seja liberada, deixando o grão mais resistente a hidrólise enzimática. De acordo com JAILLAIS et al. (2006) em função de sua estrutura linear, as moléculas de amilose se aproximam mais facilmente e são as principais responsáveis pela ocorrência da retrogradação, enquanto na amilopectina (cadeia ramificada, que apresenta ligações glicosídica dos tipos α -1,4 e α -1,6) o fenômeno parece ocorrer somente na periferia de sua molécula.

Além da temperatura outros fatores podem causar a retrogradação como: fontes de amido, umidade, pH, tempo e temperatura de armazenamento, íons e açúcares. O efeito negativo da retrogradação é observado na textura das massas (tornando a massa opaca e esbranquiçada), na aceitabilidade e redução da digestibilidade do amido, já as moléculas do amido tornam-se mais resistente a ação das enzimas digestivas (ELIASSON, 2004).

Além dos citados, outros fatores durante o processo de fabricação descaracterizam as massas alimentícias, erros que podem ser vistos a olho nu, dentre eles: a deformação ou ruptura do formato, que ocorre devido ao tipo de matéria prima utilizada e descontrole no processo de secagem; viscosidade do produto, que ocorre quando não se respeita o tempo adequado de cozimento; pintas, decorrentes do excesso de macarrão remoído grosso na sua composição; macarrão rugoso, um defeito originado da adição do excesso de macarrão remoído; e pontos brancos, são originados por deficiência de água durante o processo de fabricação (BAKKER, 2010).

3. Obtenção dos coprodutos das massas alimentícias e sua utilização nas dietas de Não-Ruminantes.

A quantidade de perdas de macarrão de acordo LOPES et al. (2009), pela indústria varia de acordo com o tipo do macarrão, onde as menores perdas são encontradas nas massas tipos parafuso (4,7%) e as maiores no macarrão tipo rigatone (7,4%). E como a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, no art.3, regulamenta que a reutilização é uma das formas corretas de descartar todo e qualquer resíduo. Sendo assim, o macarrão que tornou impróprio para o consumo humano, pode ser moído e introduzido na alimentação animal. Dessa forma, vários trabalhos estão sendo executados empregando o resíduo de macarrão nas dietas de animais não-ruminantes (BRASIL, 2010).

Avaliando o farelo de macarrão tipo instantâneo (processo de fritura a óleo) em dietas para frango de corte LIMA et al. (2012), constataram que o resíduo de macarrão apresenta valores médios de 91,02%; 96,16%; 4274 kcal/kg e 4256 kcal/kg para os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca, da energia bruta, energia metabolizável aparente e aparente corrigida, respectivamente, em base na MS. NUNES et al. (2001a) observaram valores da energia metabolizável aparente e a aparente corrigida para nitrogênio para frangos de corte são $4105 \pm 22,77$ kcal/kg e $3943 \pm 13,35$ kcal/kg, respectivamente. Já ROSTAGNO et al. (2017) afirmaram que o farelo de macarrão possui energia bruta e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio são respectivamente 3860 kcal/kg e 3494 kcal/kg. NUNES et al. (2001b) verificaram que o valor da proteína bruta do farelo de macarrão é 12,34% e utilizando galos cecectomizados, determinaram o coeficiente de digestibilidade verdadeira da lisina é 84,50%; da metionina 91,31 %; da treonina 79,71%; da arginina 0,48% e da histidina 0,29%. NOVOA et al. (2013) ao analisarem o farelo de macarrão encontraram um teor de PB e EB de 13,06% e 3971,02 kcal/kg, respectivamente. E os autores determinaram os coeficientes de digestibilidades da energia bruta e da proteína bruta do farelo de macarrão para tilápia vermelha, obtendo valores de 87,51% e 82,92%, respectivamente.

O ensaio de desempenho é uma das formas mais importantes com a qual podemos avaliar um alimento, já que através dele obtemos como resposta os índices zootécnicos que tanto interessa aos produtores. SILVA et al. (2014) avaliaram o desempenho e a composição da carcaça de juvenis de tilápia-do-Nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de farelo de macarrão de 0%, 10%, 20% e 30% e concluíram que a substituição de 30% do milho (que corresponde a 6% de inclusão) por esse coproduto não apresentou diferença para o desempenho e característica da carcaça, podendo ser utilizado nas dietas destes animais até este nível.

PAES et al. (2015) avaliando o desempenho de frangos de crescimento lento (pedrês), de ambos os sexos, até o 70° dia de vida, alimentados com dietas formuladas utilizando a proporcionalidade, onde o milho foi substituído pelo farelo de macarrão nos seguintes níveis (0%, 5%, 10%, 15% e 20%), constataram que não houve diferença significativa para o peso vivo, entretanto observou-se que o consumo de ração aumentava e que a conversão alimentar piorava a medida que se utiliza o farelo de macarrão das dietas. Já BAGHBANZAFAR et al. (2013) ao avaliar o efeito da utilização de níveis crescentes de inclusão do farelo de macarrão (0%, 10%, 20% e 30%), sobre o desempenho de frango de corte da linhagem Ross 308 do 10° ao 24° dia de vida, concluiu que o farelo de macarrão pode ser incluído em dietas para frangos de corte na fase inicial até o nível de 30%, sem que apresente diferença significativa para as

variáveis ganho de peso e consumo de ração e conversão alimentar. E NAJAFABADII et al., (2007) ao testar o efeito de substituição do milho pelo farelo de macarrão nos níveis de (0%, 20%, 40% e 60%) com ou sem a suplementação de xilanase nos níveis de (0, 500 e 1000 U/kg da ração), verificaram que na fase final o consumo de ração sem suplementação da enzima não apresentou diferença significativa, já com a adição da enzima observou-se uma redução do consumo nessa mesma fase. Em relação ao ganho de peso na fase final, obteve os melhores resultados os animais que recebiam a dieta com 60% de substituição do milho pelo farelo de macarrão.

4. Considerações finais

Os diferentes tipos existentes de farelo de macarrão surgem como um alimento alternativo promissor por possui níveis de matéria seca (87,9 - 94,56%), proteína bruta (10,40-12,34%), extrato etéreo (0,81 - 15,48%), energia bruta (3494 – 4617 kcal/kg), energia metabolizável aparente (4105 - 4274 kcal/kg) e aparente corrigida para nitrogênio (3943 e 4256 kcal/kg). Além disso, a utilização desse subproduto na alimentação animal pode reduzir os custos com a nutrição, já que possui oferta e preços mais estáveis que os ingredientes convencionais. Entretanto, ainda são escassas as pesquisas em relação a inclusão desse subproduto em dietas de frangos de corte, havendo a necessidade de desenvolvimento de novas pesquisas verificando o efeito da sua inclusão sobre o desempenho e a viabilidade econômica, principalmente para o pequeno produtor.

5. Referências bibliográficas

- ABIMAPI – Associação brasileira das indústrias de biscoitos, massas alimentícias e pães & bolos, 2016. Disponível em: <https://www.abimapi.com.br>. Acesso: 23 dez. 2016.
- ABPA – Associação brasileira de proteína animal, 2016. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/mercado-interno/frango>. Acesso em: 12 dez. 2017.
- ANVISA- Agência nacional de vigilância sanitária, 2005. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>, acesso em: 12 out.2016.
- AQUINO, J.S. et al. Avaliação centesimal e sensorial de macarrão fresca tipo espaguete elaborado com ovo desidratado de avestruz. **Revista ceres**, Paraíba, v.55, n. 3, p.173-178, 2008.
- ARAÚJO, W.M.C. et al. Alquimia dos alimentos. (Série alimentos e bebidas). 3º edição. São Paulo: SENAC, 2014.
- BAGHBANZHAFAR, S. et al. The effect of diferente levels of pasta by product with or without enzyme on performance of broiler chickens. **European Journal of Experimental Biology**, Iran, v.3, n.3, p.233 -235, 2013.
- BAKKER, C.M.C.N. **Análise técnica e econômica do processo de obtenção de espaguete com adição da farinha de trigo integral e farinha de linhaça**. 2010. 107f. Dissertação (mestrado em engenharia química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- BONATTO, F.; KENNEDY, M. Manual de boas práticas: fabricação de macarrão com ovo. Fertay ind. e comercio de alimentos, Paraná- Ponta Grossa, 2008.
- BRASIL. Política Nacional de Resíduos sólidos, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 12/12/2016.
- CAUVAIN, S.P. e YOUNG, L.S. Tecnologia da panificação. 2º edição. São Paulo:Barueri, 2009.
- COMELLI, C. et al. Avaliação microbiológica e da rotulagem de massas alimentícias frescas e refrigeradas comercializadas em feiras livres e supermercados. **Alimento e nutrição**, Araraquara, v. 22, n.2, p. 251-258, 2011.

- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, 2016. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_09_00_00_boletim_graos_junho_2016_-_final.pdf. Acesso em: 24 Ago. 2017.
- COSTA, M.G. et al. Qualidade tecnológica de grão e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v.28, n.1, p.220-225, 2008.
- DENARDIN, C.C. et al. Influência do consumo de arroz ou de macarrão no desempenho e resposta metabólica em ratos. **Alimentos e Nutrição**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p.441-449, 2009.
- DENARDIN, C.C.; SILVA, L.P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n. 3, p.945-954, 2009.
- ELIASSON, A.C. Starch in food - Structure, function and applications. New York: Boca Raton, 2004.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de pesquisa e Agropecuária, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/brasil>. Acesso em: 12 dez. 2017.
- FERNANDES, R.T.V. et al. Aspectos gerais sobre alimentos alternativos na nutrição de aves. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Mossoró, v.7, n. 5, p.7:66-72, 2012.
- GUERREIRO, L. Dossiê técnico: massas alimentícias. Rede de tecnologia do Rio de Janeiro-REDETEC, 2006.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf. Acesso em: 12/12/2017.
- JAILLAIS, B. et al. Outer analysis (OPA) using PLS regression to study the retrogradation of starch. **Vibrational Spectroscopy**, Issue, v.40, n.7, p.10-19 2006.
- LEORO, M. G. V. **Desenvolvimento de macarrão instantâneo funcional por processos de fritura convencional e a vácuo**. 2011. 215f. Dissertação (Tecnologia do alimento) - Universidade Estadual de Campinas- SP.
- LIMA, T. S. et al. Determinação do valor energético do resíduo de macarrão para frango de corte na fase pré-inicial. In: I Simpósio de Avicultura do Nordeste, 2012, João Pessoa, Anais... Paraíba: Universidade Federal da Paraíba, 2012.

- LOPES, L.F.D. et al. Identificação das perdas do processo produtivo na fabricação de massas alimentícias: um estudo baseado em sistema de custo. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.31, n. 2, p.35-56, 2009
- LOPES, S. Tabela de alimentos com os índices de Amido, 2007. Disponível em: <http://espondilite.forumeiros.com/t160-tabela-de-alimentos-com-os-indices-de-amido-portugues>. Acesso em: 27 dez.2017.
- LU, H. et al. Culinary archaeology: millet noodles in late neolithic China. **Nature Publishing group**, *Laija*, v. 437, n. 5, p.967-968, 2005
- MALUF, M.L.F. et al. Elaboração de massa fresca de macarrão enriquecida com pescado defumado. **Revista Instituto Adolf Lutz**, São Paulo, v.69, n. 1, p. 84-90, 2010.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2016. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/importacao-e-exportacao/exportacao-1/noticias-exportacao?b_start:int=210. Acesso em: 13 dez. 2017.
- MARIUSSO, A.C.B. **Estudo do enriquecimento de massas alimentícias com subprodutos agroindústrias visando o melhoramento funcional e tecnológico de massas frescas**. 2008. 100f. Dissertação (Ciência dos alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- MUNHOZ, M.P. et al. Influência de hidrocolóides na textura na textura de gel de amido de amido. **Ciência e Tecnologia dos alimentos**, Campinas v.24, n.3, p.403-406, 2004.
- NAJAFABADI, R.; POURREZA, J.; SAMIE, A.H.; EDRISS, M.A. 2007. The influence of enzyme supplementation on wheat and inedible pasta utilization in broiler diets. 16th European Symposium on Poultry Nutrition. August 26 - 30, Strasbourg , France. 2007.
- NASCIMENTO, I.S.B. **Participação de glutenina de farinha de trigo especial em sistemas aquosos bifásicos**. 2008. 69f. Dissertação (Engenharia dos processos dos alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- NOVOA, D.M.T. et al. Digestibilidade aparente da energia bruta e da proteína de alimentos para Tilápia Vermelha (*Oreochromis sp*). **Zootecnia Trópica**, Campos, v.31, n.2, p.141-19, 2013.
- NUNES, R. V. et al. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição de energia do grão e subprodutos do trigo para pinto de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n. 3, p.783-792, 2001a.

- NUNES, R.V. et al. Valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros e equações de predições dos aminoácidos digestíveis do grão e de subprodutos do trigo para aves. **Revista brasileira de zootecnia**, Viçosa, v.30, n. 3, p.774-784, 2001b.
- NUNES, A.G.; FARIA, A.P.S.; STEINMACHER, F.R. e VIEIRA, J.T.C. Processos enzimáticos e biológicos na panificação. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina 2006.
- PAES, J. P. S. et al. Utilização de farelo de macarrão na alimentação de frango de corte de linhagem caipira. **Enciclopédia biosfera**, Rio Branco, v. 11, n.21, p.1897-1902, 2015.
- PEREIRA, K.D. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. *Ciência e tecnologia alimentar*, Campinas, v. 27, n.1, p.88-99, 2007.
- ROCHA, D.R.C. et al. Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata miller*) desidratado. *Alimentação e nutrição*, Araraquara, v.19, n.4, p459-465, 2008.
- ROSTAGNO, H.S. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4ª ed. Viçosa-Minas Gerais: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. 2017, 135p.
- SILVA, T.R.M. et al. Substituição parcial do milho pelo resíduo de macarrão em dietas para tilápia-do-Nilo. Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Boletim do Instituto de pesca**, São Paulo, v.40, n.4, p.669-676, 2014.
- SPANHOLI, L.; OLIVEIRA, V.R. Utilização de farinha de albedo de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa degener*) no preparo de massas alimentícias. **Alimentação e nutrição**, Araraquara, v.20, n. 4, p. 599-603, 2009.
- WANKENNE, M.A. A história das massas alimentícias. *Pizzas & Massas*. 3º edição. São Paulo: Insumos, 2012.

CAPÍTULO II

Eficiência energética do farelo de macarrão e seu efeito sobre o desempenho, carcaça e viabilidade econômica em frangos de corte

*Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

Eficiência energética do farelo de macarrão e seu efeito sobre o desempenho, carcaça e viabilidade econômica em frangos de corte.

RESUMO - Objetivou-se determinar o valor energético do farelo de macarrão e determinar o melhor nível de inclusão desse coproduto em dietas através do desempenho de frangos de corte. Os experimentos foram realizados utilizando aves da linhagem Cobb500 distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. No metabolismo foram utilizados 60 frangos machos com idade de 14 dias, com dois tratamentos (Ração Referência e 30% de substituição desta pelo coproduto) e seis repetições, contendo cinco aves por unidade experimental. No experimento de desempenho foram utilizados 525 pintos com um dia de vida. Os tratamentos consistiram de cinco dietas com inclusão de farelo de macarrão (0%, 10%, 20%, 30% e 40%), sete repetições com 15 aves por unidade experimental. No final foram selecionadas quatro aves próximas ao peso médio por parcela, sendo duas destinadas a coleta de sangue (teor de glicose) e os demais foram abatidas para avaliação da carcaça. Dessa forma, os valores da energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) determinados do farelo de macarrão, foram respectivamente de 3812 kcal/kg e 3616 kcal/kg. No desempenho, não foi verificado efeito significativo na fase pré-inicial dos frangos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de farelo de macarrão para todas variáveis testadas. Entretanto, nas demais fases foi observado efeito decrescente para o consumo de ração e ganho de peso, e crescente para a conversão alimentar. Em relação aos níveis séricos de glicose não foi verificado diferença significativa. Para as características de carcaça foram observados efeito decrescente nos pesos: de abate, das carcaças quente e fria, moela cheia e vazia e dos cortes (coxas, sobrecoxas, asas e dorso); e para os rendimentos de moelas cheia e vazia. Além disso, houve efeito decrescente na receita e na margem bruta das rações ao incluir o farelo de macarrão. Com isso, nestes níveis estudados a utilização de farelo de macarrão em frangos de corte não seria uma alternativa viável, podendo ser estudado menores níveis de inclusão.

Palavras chaves – análise econômica, avaliação nutricional, energia, ganho de peso, subprodutos de massa

Energy efficiency of pasta bran and its effect on performance, carcass and economical viability in broilers.

ABSTRACT - The objective of this study was to determine the energy value of pasta gran and to determine the best level of inclusion of this co-product in diets through the performance of broilers. The experiments were carried out using Cobb500 birds distributed in a completely randomized design. In the metabolism, 60 male broilers with 14 days of age were used, with two treatments (Ration Reference and 30% of this substitution by co-product) and six replicates, containing five birds per experimental unit. In the performance experiment 525 chicks were used with one day of life. The treatments consisted of five diets with inclusion of pasta gran (0%, 10%, 20%, 30% and 40%), seven replicates with 15 birds per experimental unit. At the end, four birds were selected close to the average weight per plot, two of which were destined to blood collection (glucose content) and the others were slaughtered for carcass evaluation. Thus, the values of apparent metabolizable energy (EMA) and apparent nitrogen corrected (AMEn) determined from pasta meal were 3812 kcal/kg and 3616 kcal/kg, respectively. In the performance, no significant effect was observed in the pre-initial phase of broilers fed diets containing increasing levels of pasta bran for all variables tested. However, in the other phases, a decreasing effect was observed for feed intake and weight gain, and increasing for feed conversion. There was no significant difference in serum glucose levels. For carcass characteristics, we observed a decreasing effect on weights: slaughtering, hot and cold carcasses, full and empty gizzards and cuts (thighs, overcoats, wings and back); and for full and empty gizzard yields. In addition, there was a decreasing effect on revenue and gross margin of feed by including pasta bran. Therefore, at these levels, the use of pasta gran in broilers would not be a viable alternative, and lower levels of inclusion could be studied.

Keywords: economic analysis, energy, mass byproducts, nutritional evaluation, weight gain

1. Introdução

No ano de 2015, o Brasil consolidou-se como o segundo maior produtor de frango de corte, com produção superior a 13,1 milhões de toneladas, superando a China que no mesmo ano produziu cerca de 13,025 milhões de toneladas. Entretanto, no ano de 2016, a produção brasileira de carne de frango reduziu para 12,90 milhões de toneladas conforme o ABPA (2016). Embora o crescimento do setor avícola seja evidente, a nutrição ainda é o fator que mais onera a produção de frangos de corte com gastos que chegaram a representar 66,22 % do total dos custos com a produção em 2016 (EMBRAPA, 2016).

Já que as rações para os frangos de corte, são formuladas tendo em vista a maior proporção do milho (fonte de energia) e farelo de soja (fonte protéica), ingredientes estes que sofrem oscilações do preço de aquisição devido sazonalidade e competição com alimentação humana. Dessa forma, uma alternativa para reduzir os custos com alimentação de frangos de corte para o pequeno produtor, seria a utilização de alimentos alternativos ou não convencionais. No entanto, deve-se observar a disponibilidade, preço de aquisição ser inferior aos ingredientes tradicionais e composição que possibilite sua utilização. Nesse contexto a utilização de resíduos das indústrias de massas na alimentação animal é uma boa alternativa, uma vez que resíduo possui oferta e custos de aquisição mais estáveis, não sofrendo oscilações em decorrência de safras, como os alimentos tradicionais (milho e soja) (Silva et al., 2014)

O Brasil é o sexto maior produtor mundial de massas alimentícias. Em 2016 obteve uma produção de aproximadamente 1,2 milhões de toneladas, ficando atrás da China, Indonésia, Itália, Estados Unidos e Rússia. Esse setor é composto por aproximadamente 80 empresas de pequeno, médio e grande porte, onde são empregados de forma direta mais de 20.000 pessoas. Embora haja atualmente aproximadamente 500 tipos e formatos, as massas secas são as mais consumidas com um percentual correspondente a 81,4% da produção nacional total (ABIMAPI, 2016).

O processo de fabricação do macarrão se baseia em cinco etapas: a mistura dos ingredientes, amassamento, moldagem, secagem e empacotamento. Durante o processo de fabricação das massas alimentícias, o controle da temperatura é um fator de extrema importância. Já que segundo Munhoz et al. (2004) a gelatinização é uma reação estrutural do amido, onde ocorre a ruptura das estruturas cristalina, absorção de água e intumescimento irreversível dos grânulos de amido em uma temperatura de 60°-70°C. Ainda segundo os autores após a gelatinização, quando a temperatura é reduzida a temperatura ambiente, ocorre a retrogradação do amido que é o rearranjo das moléculas através ligações das pontes de hidrogênio. A retrogradação é uma reação indesejável, pois influencia negativamente a

palatabilidade do alimento e digestibilidade dos nutrientes. Além da temperatura outros fatores podem causar a retrogradação como: fontes de amido, umidade, pH, tempo e temperatura de armazenamento, íons e açúcares (Bakker, 2010).

O farelo de macarrão é obtido através da moagem do macarrão em que devido a quebras, armazenagem e cozimento inadequado tornou-se impróprio para o consumo humano. A quantidade de perda de macarrão pela indústria varia de 4,7 a 7,4%, dependendo do tipo do macarrão, o que causa interesse das empresas no descarte ambientalmente correto deste coproduto (Lopes et al., 2009). O farelo de macarrão apresenta valores de proteína bruta (11,9%) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (3494 kcal/kg), sendo superiores ao do milho (Rostagno et al., 2017).

Entretanto, pesquisas utilizando este ingrediente na alimentação de frangos de corte ainda são escassas. Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi verificar o valor nutricional e energético do farelo de macarrão, e determinar o melhor nível de inclusão desse subproduto em dietas para frangos de corte, levando em consideração o desempenho, característica de carcaça e a viabilidade econômica.

2. Material e Métodos

A pesquisa desenvolvida foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal Rural de Pernambuco de acordo com a licença de número 087/2016.

Dois experimentos foram realizados, um de metabolismo e um outro de desempenho. O ensaio de metabolismo foi executado no Laboratório de Digestibilidade de Aves e Suínos. O Desempenho foi realizado no Laboratório de Pesquisa com Aves. Ambos são localizados no Departamento de Zootecnia da UFRPE, localizada no município de Recife, Estado de Pernambuco, Brasil, sob as coordenadas geográficas 8°04'03''S e 34°55'00''W

2.1. Obtenção do farelo de macarrão

O farelo de macarrão foi obtido através da moagem do macarrão do tipo espaguete proveniente do descarte das indústrias de massas.

2.2. Rações experimentais

No ensaio de metabolismo foram utilizadas duas rações, uma ração referência (à base de milho e farelo de soja) e outra ração teste (com substituição da ração referência por 30% de farelo de macarrão).

No desempenho as cinco dietas experimentais, eram compostas por dieta controle à base de milho e farelo de soja (0% de inclusão do farelo de macarrão), e outras quatro dietas formuladas com níveis crescentes de inclusão de farelo de macarrão (10%, 20%, 30% e 40%).

A ração controle do ensaio de metabolismo e todas as rações do desempenho foram formuladas para atender as exigências preconizadas por Rostagno et al (2011).

2.3.Ensaio de metabolismo

Foram utilizadas 60 aves, do 14 ao 22º dia de vida, com peso médio de $481,5 \pm 0,50$ g, da linhagem Cobb 500, machos, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e seis repetições, contendo cinco aves por unidade experimental. As quais foram alojadas em gaiolas de metabolismo com dimensões 1,00 x 0,50 x 0,50m, equipadas com bebedouros tipo copinho, comedouro tipo calha e bandejas coletoras cobertas com lonas plásticas.

O período experimental teve duração de oito dias, sendo quatro dias destinados a adaptação das aves às dietas e às instalações e quatro dias para a coleta das excretas. Para marcar o início e o fim do período de coleta foi utilizado 1% de óxido férrico.

As coletas foram realizadas duas vezes ao dia (manhã e tarde) com o objetivo de evitar a fermentação das mesmas. Foram pesadas e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, e armazenadas em *freezer* com temperatura de -20°C . No final do período experimental, todas as excretas foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. As excretas foram moídas em moinho tipo bola e levadas ao Laboratório de Nutrição Animal para determinação da MS, PB e EB.

Posteriormente, foram determinados os coeficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB), e da energia bruta (CMAEB) e os valores da energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida para a retenção de nitrogênio (EMAn), por meio de equações descritas por Matterson et al. (1965).

2.4.Experimento de desempenho

Foram utilizados 525 pintos de corte, da linhagem Cobb 500, machos, do 1 ao 42º dia de vida, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos e sete repetições, com 15 aves por unidade experimental. As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, em boxes cobertos com aproximadamente 10 cm de maravalha, equipados com comedouros tubulares e bebedouros tipo *nipple*.

O programa de luz adotado foi constante (24 h) durante todo o período experimental. O programa alimentar foi constituído de quatro rações: a pré-inicial, ofertada do 1 ao 7º dia; a

ração inicial 8 a 21° dia; a ração crescimento do 22 ao 35° dia e ração final do 36 ao 42° dia de idade das aves. Tanto a ração como a água foram fornecidas *ad libitum*. A composição percentual e nutricional das dietas nas fases: pré-inicial, inicial, crescimento e a fase final, se encontram nas Tabelas 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

No início e final de cada fase foram pesadas as sobras de ração e as aves, para o cálculo do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

2.4.1. Parâmetro sanguíneo (Glicose)

Foram selecionadas duas aves próximas ao peso médio da parcela, totalizando 70 animais. As aves não sofreram um jejum antes da coleta. A coleta de sangue foi realizada através da pulsão na asa esquerda, onde foram colocados aproximadamente 4ml no tubo com EDTA, virando duas vezes lentamente para homogeneizar os líquidos. Posteriormente, foram centrifugados com rotação entre 3800-4000 rpm por cinco minutos, obtendo o soro e com auxílio da pipeta, foram colocados aproximadamente 1ml deste soro nos *ependorfs*. Os *ependorfs* foram armazenados em isopor e levados ao *freezer*, onde posteriormente foram descongelados e levadas ao laboratório para execução das análises.

2.4.2. Características de carcaça, cortes comerciais e vísceras

No final do período experimental do ensaio de desempenho, duas aves por parcela, por meio do seu peso médio foram selecionadas e devidamente identificadas para avaliação do rendimento de carcaça, cortes e vísceras. As aves selecionadas passaram por 6 horas de jejum, com o objetivo de evitar contaminação na hora do abate. Após o jejum foram novamente pesadas e posteriormente abatidas. O abate das aves constou de 5 etapas: atordoamento, sangria, escalda, depenagem e evisceração. As carcaças (sem cabeça, pés e vísceras) foram pesadas para cálculos de rendimento de carcaça quente. Posteriormente as carcaças foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e levadas a câmara fria com uma temperatura de 5°C por 24 horas. Em seguida foram retiradas e pesadas, para determinação do peso da carcaça fria, também foram realizados os cortes e pesados.

Os rendimentos de carcaças (quente e fria) e dos órgãos (coração, moela, fígado e intestino) foram determinados relacionando-se os pesos dos mesmos com o peso do animal em jejum. Enquanto o rendimento dos cortes (peito, coxa, sobrecoxas, asas e dorso) foram determinados em relação ao peso da carcaça fria.

2.4.3. Análise econômica

A viabilidade econômica das rações para frango de corte foi determinada segundo Lana (2000) pelas variáveis: custos com alimentação, margem bruta e a rentabilidade. As variáveis foram obtidas através das seguintes fórmulas:

- ✓ Custo de Alimentação no período indicado = consumo de ração por ave no período (em kg) x preço da ração usada no período (US\$/kg) x 1000 aves. O resultado está expresso em dólar por 1000 aves.
- ✓ Custo de alimentação por tonelada de frango (US\$/tonelada de frango) = 1000 x conversão alimentar x custo da ração
- ✓ Receita bruta no período (US\$/1000 frangos) = preço do frango de corte (Dólar / kg de peso vivo) x o ganho de peso por ave no período (em kg) x 1000 aves
- ✓ Margem bruta = receita (preço de frango em kg de peso vivo x ganho de peso por ave x 1000 aves) – Despesas (custo da alimentação de 1000 aves). Isto é receita bruta no período (US\$/1000 frangos) menos o Custo com a alimentação (US\$/1000 frangos). O resultado é expresso em dólar por 1000 frangos
- ✓ Margem bruta por tonelada de frango = receita obtida com uma tonelada de frango – custo da alimentação por tonelada de frango.

Para calcular os custos com a alimentação considerou-se o preço de cada ingrediente utilizado nas dietas experimentais expresso em (US\$/kg) como sendo: milho 0,18; farelo de soja 0,40; farelo de macarrão 0,13; óleo 1,02; calcário 0,06; fosfato bicálcico 1,06; premix mineral e vitamínico 3,83; sal 0,77; DL- metionina 8,25; L-lisina 2,55; treonina 2,38 e coccidiostático 2,93.

2.4.4. Análises laboratorial

Amostras do farelo de macarrão e das rações experimentais foram conduzidos ao Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia da UFRPE para determinação dos teores de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Fibra Bruta (FB), Matéria Mineral (MM), Diâmetro Geométrico Médio (DGM) e densidade. Já as excretas foram submetidas a análise de MS, PB e EB.

Para determinação da MS, PB, EE, FB, MM, foi utilizada a metodologia de Detmann et al. (2012). Para obtenção da Energia Bruta (EB) utilizou-se a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). E os valores de carboidratos totais foram obtidos através da equação proposta por Sniffen et al. (1992). O Diâmetro Geométrico Médio (DGM) foi obtido através da metodologia proposta por Zanotto e Bellaver (1996). Para determinação da densidade do farelo de macarrão e das rações foram utilizados um funil de vidro acoplado em uma proveta (50ml)

e uma balança de precisão, na qual foi determinada o peso das amostras e depois dividindo o peso pelo volume da proveta.

E as amostras de sangue foram analisadas através do Kit da LABEST que desenvolveu sistema glicose HK Liquiform.

2.4.5. Análise estatística

Os resultados das características estudadas foram submetidos às análises de variância e regressão (linear, quadrática e linear platô) para determinação do melhor nível de inclusão de farelo de macarrão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F a 5% de probabilidade. Foi utilizado o programa estatístico SAS (2008).

3. Resultados

3.1. Composição do farelo de macarrão:

A composição nutricional do farelo de macarrão utilizado neste presente trabalho foi de 88,87% de matéria seca; 11,55% de proteína bruta; 0,92% de extrato etéreo; 1,3% de fibra bruta; 0,74% de matéria mineral; 3882 kcal/kg de energia bruta. E densidade e diâmetro geométrico médio de 0,8693g/ml e 677 μ m, respectivamente.

3.2. Ensaio de Metabolismo:

Os valores dos coeficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB), da energia bruta (CMAEB) e os valores da energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida para a retenção de nitrogênio (EMAn), foram respectivamente: 67,05%, 65,03%, 81,52%, 3812 kcal/kg e 3616 kcal/kg.

3.2. Ensaio de desempenho:

As médias das variáveis de desempenho se encontram na Tabela 6. Para o desempenho de frango de corte na fase pré-inicial não foram observadas diferenças significativas para as variáveis ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Observando assim que pode ser usado até 40% de farelo de macarrão nesta fase.

No período de 8-21 dias houve efeito linear decrescente (Tabela 7) para: o peso final aos 21 dias (P=0,0003), ganho de peso (P=0,0002) e um efeito linear platô para conversão alimentar (P=0,0001) com melhor conversão alimentar no nível de 17% de inclusão. No período acumulado de 1-21 dias, o consumo de ração não apresentou diferença significativa, entretanto

verificou-se efeito linear decrescente para o ganho de peso ($P=0,0003$) e linear crescente para conversão alimentar ($P=0,0002$).

No período de 22-35 dias a inclusão de farelo de macarrão proporcionou um efeito linear decrescente para o peso final aos 35 dias ($P<0,0001$), ganho de peso ($P<0,0001$). Ocorreu um efeito linear platô para o consumo de ração ($P<0,0001$) com menor consumo no nível de 21,25% de inclusão, e para a conversão alimentar ($P=0,0003$) com a melhor conversão alimentar até o nível de 17,42% de inclusão do farelo de macarrão. No período acumulativo de 1-35 dias foi verificado um efeito linear decrescente para o ganho de peso ($P<0,0001$). E um efeito linear platô para as variáveis: o consumo de ração ($P<0,0001$) com menor consumo no nível 22,14% de inclusão do farelo de macarrão e conversão alimentar ($P<0,0001$) com pior conversão no nível de 18,92%.

Na fase final (36-42 dias) observou-se efeito linear decrescente para o peso aos 42 dias ($P<0,0001$), ganho de peso ($P<0,0001$) e consumo de ração ($P<0,0001$). Para a conversão alimentar foi observado um efeito linear platô ($P<0,0001$), com uma pior conversão no nível de 17,38%. No período acumulativo de 1 a 42 dias a análise de regressão apresentou efeito linear crescente para a conversão alimentar ($P<0,0001$) e decrescente para o ganho de peso ($P<0,0001$). Para o consumo de ração foi observado um efeito linear platô para o consumo de ração ($P<0,0001$) com menor consumo no nível de 28,55%. O consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar estão representados nas Figuras 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

3.2.1. Parâmetro sanguíneo (glicose)

As aves alimentadas com níveis crescentes de inclusão de farelo de macarrão nas dietas (0%, 10%, 20%, 30% e 40%) apresentaram os respectivos valores de glicose sérica: $249,78\pm 3,80$; $180,87\pm 2,17$; $226,29\pm 7,12$; $244,03\pm 12,7$ e $243,04\pm 8,97$ em mg/dL. Não sendo observada diferença significativa para a variável glicose sérica.

3.2.2. Rendimento de carcaça, cortes e vísceras:

As médias das variáveis da característica de carcaça se encontram na Tabela 8. Foi observado que a inclusão do farelo de macarrão proporcionou um efeito linear decrescente (Tabela 9) no peso de abate ($P=0,0002$), no peso da carcaça quente ($P=0,0005$) e no peso da carcaça fria ($P=0,0004$). Onde os pesos de abate, carcaça quente e carcaça fria podem ser visualizadas nas Figuras 5, 6 e 7, respectivamente.

No peso dos cortes verificou-se um efeito linear decrescente para o peso do peito ($P=0,0049$), peso das coxas ($P<0,0001$), peso das sobrecoxas ($P<0,0001$), peso das asas ($P=0,0005$) e peso do dorso ($P=0,0092$).

Para o peso das vísceras não foram observadas diferenças significativas para peso do coração, fígado, intestino e seus respectivos rendimentos. Entre tanto, foi observado efeito linear decrescente para o peso da moela cheia ($P < 0,0001$) e peso da moela vazia ($P < 0,0001$). Também foi verificado efeito linear platô para o rendimento de moela cheia ($P = 0,0092$) com menor rendimento no nível 14,49% de inclusão do farelo de macarrão e rendimento de moela vazia ($P = 0,0012$) com menor rendimento no nível de inclusão de 20% do coproduto. O peso de moela cheia e seu respectivo rendimento estão demonstrados nas figuras 8 e 9.

3.2.3. Viabilidade econômica

Os dados obtidos da análise econômica encontram-se na Tabela 10. Os custos com alimentação de US\$/1000 frango nos períodos apresentaram efeito linear platô (Tabela 11) nos períodos de: 1-21 dias ($P < 0,0001$) com menor custo no nível de 38,12 % de inclusão; 1-35 dias ($P < 0,0001$) com menor custo nível de 33,76%. No período de 1-42 dias foi observado um efeito linear platô ($P < 0,0001$) com menor custo de alimentação de US\$/1000 frangos nas rações com 36,06% de inclusão do farelo de macarrão. Consequentemente os custos com alimentação US\$/Tonelada de frango apresentou também o mesmo efeito linear platô nos períodos: 1-21 dias ($P = 0,0003$) com menor custo para as rações com 29,64% de farelo de macarrão; 1-35 dias ($P < 0,0001$) com menor custo para a inclusão de 25,33% de farelo de macarrão; 1-42 dias ($P < 0,0001$) com menor custo para as rações com 34,85% de inclusão do coproduto

Para a variável margem bruta US\$/1000 frango, não foi observado efeito significativo para a fase de 1-21 dias. Entretanto foi observado efeito linear platô para o período de 1-35 dias ($P = 0,0013$) com menor margem com a inclusão de 22,85% de farelo de macarrão nas rações de frangos de corte e 1-42 dias ($P < 0,0001$) com menor margem com 3,06% de inclusão do farelo de macarrão.

A margem bruta US\$/Tonelada de frango também apresentou efeito linear platô nos períodos de: 1-21 dias ($P = 0,0003$) com maior margem com a inclusão de 29,64%; 1-35 dias ($P < 0,0001$) com maior margem com a inclusão de 25,33% de farelo de macarrão; 1-42 dias ($P < 0,0001$) com maior margem no nível de 34,85% de inclusão.

Já na receita bruta foi possível verificar efeito linear decrescente por meio da análise de regressão que os períodos acumulativos de: 1-21 dias ($P = 0,0003$); 1-35 dias ($P < 0,0001$) e 1-42 dias ($P < 0,0001$).

4. Discussão

4.1. Composição do farelo de macarrão

A composição dos denominados resíduos ou co-produtos proveniente da agroindústria sofre variação, que pode afetar no real o aproveitamento energético desses. Essas variações aumentam, quanto mais complexo o processo de industrialização dos produtos fabricados e resíduos descartados. No caso da indústria de produção de massas alimentícias ou macarrão, alguns produtos sofrem tratamento térmico, químico e/ou microbiológico.

O farelo de macarrão estudado apresentou composição química regular, sendo composto apenas pelo macarrão tipo espaguete, apresentou composição similar aos apresentados nas Tabelas de Rostagno et al. (2017). Por outro lado, níveis mais elevados de extrato etéreo (15,48%) e energia bruta (4617 kcal/kg) foram obtidos por Lima et al. (2012) avaliando a composição do macarrão tipo instantâneo. Isso se deve ao processo de fritura em óleo quente, que o macarrão instantâneo é submetido, elevando dessa forma o teor de gordura (LEORO, 2011).

4.2. Ensaio de metabolismo

O aproveitamento energético do farelo de macarrão (3616 kcal/kg) deste presente trabalho, mostrou-se mais eficiente que milho (3364 kcal/kg) e farelo de macarrão (3494 kcal/kg) demonstrado na tabela de Rostagno et al. (2017)

No entanto, Lima et al (2012) ao trabalharem com resíduo de macarrão instantâneo constaram que o mesmo, possui valor energético de 4256 kcal/kg em base de MS, mais elevado que o do presente trabalho devido a este tipo de macarrão apresentar um valor superior de extrato etéreo (15,48%). Assim como Tardocchi et al. (2014), encontraram em suínos um valor de 3744,1 kcal de energia/kg de alimento (macarrão do tipo instantâneo), no qual este ingrediente apresenta um teor de EE de 16,7%.

4.3. Desempenho

Os resultados dos parâmetros de desempenho, ganho de peso e conversão alimentar, obtidos neste presente trabalho, corroboraram com Paes et al. (2015) que não verificou diferença para estas variáveis. Embora a exigência de ácido linoléico nesta fase que é 1,09% não tenha sido atendida com a inclusão de 40% de farelo de macarrão (0,89%), os animais não apresentaram diferença significativa no seu desempenho, devido a utilização dos nutrientes do saco vitelino até 3º dia de vida dos animais (Mozdziak et al. 2002).

O consumo de ração reduziu nas demais fase com a inclusão do farelo de macarrão nas dietas devido a influência do tamanho da partícula, já que as aves têm predileção por partículas maiores, e essa atratividade vai aumentando com a idade Franke e Rey (2006). Essa preferência se deve a estrutura morfológica do bico, que possui mecanorreceptores que reagem a estímulos de contato da mesma forma que os estímulos motivados pelo paladar e olfato em mamíferos (Ribeiro et al., 2001). Além disso, a redução do DGM causa o aumento da pulverulência e diminui a aceitabilidade pelos animais (Bellaver e Nones, 2000). A taxa de passagem das rações no trato gastrointestinal das aves depende do tamanho das partículas e pela forma física, já que as partículas maiores apresentam velocidade passagem mais lenta em relação as partículas finamente moídas (Lopes e Baião, 2002).

Durante a fase de crescimento e final deste presente trabalho, observou-se que a rações com granulometria mais grosseira apresentaram o maior consumo de ração. Corroborando com Ribeiro et al. (2002) avaliando diferentes granulometrias do milho (0,936; 0,868; 0,778; 0,680; 0,574 e 0,337 μ m) afirmaram que o consumo de ração foi menor para as rações que possuíam as menores granulometrias. Assim como Dahlke et al. (2001), avaliando diferentes granulometrias (1120, 856, 585 e 336 μ m) de dietas para frangos de corte, observaram que redução no consumo de ração com a diminuição da granulometria das rações.

Além disso, as dietas com o farelo de macarrão apresentaram menores inclusões de óleo do que a dieta a base de milho e farelo de soja, devido a energia contida ser mais elevada que a do milho. Esta redução do teor de gordura da ração com a adição de farelo de macarrão pode ter reduzido o aproveitamento da energia e dos nutrientes desta ração em relação a dieta controle. Segundo Braga e Baião (2001) a utilização de óleo nas dietas melhora a palatabilidade, diminui a pulverulência das rações, diminui o desperdício das mesmas, reduz o incremento calórico, diminuição da taxa de passagem do alimento e melhora a conversão alimentar.

Entretanto, o macarrão utilizado no experimento por ter sido proveniente de descarte da indústria do macarrão, o amido presente nesse coproduto pode ter passado pelo processo indesejável denominado de retrogradação. A retrogradação, segundo Munhoz et al. (2004), ocorre durante o resfriamento do gel quando a temperatura é reduzida a temperatura ambiente, onde se formam pontes de hidrogênio intermoleculares fazendo com a água existente entre as moléculas seja liberada, influenciando a textura das massas, a aceitabilidade e reduzindo a digestibilidade do amido. Já as moléculas do amido tornam-se mais resistente a ação das enzimas digestivas. Além de que outros fatores podem causar a retrogradação: fontes de amido, umidade, pH, tempo e temperatura de armazenamento, íons e açúcares (Eliasson, 2004). Além disso Baghbanzhafar et al. (2013) afirmaram que alta temperatura no processamento de

produção do macarrão pode resultar em redução na utilização da proteína, podendo comprometer a qualidade do coproduto.

A redução do ganho de peso e peso final das aves está diretamente associado a redução do consumo de ração. E segundo Bellaver e Nones (2000) com a ingestão de rações com granulometria menores, causa a redução na estimulação e desenvolvimento das vilosidades intestinais, comprometendo a absorção dos nutrientes e por consequência o desenvolvimento do animal. A piora da conversão alimentar observada nos frangos de corte que ingeriam a ração com inclusão de farelo macarrão, provavelmente se deve a redução do ganho de peso ter sido maior que a redução no consumo de ração.

4.4. Parâmetros sanguíneos (glicose)

Em relação aos níveis de glicose obtidos neste presente trabalho ($249,78 \pm 3,80$; $180,87 \pm 2,17$; $226,29 \pm 7,12$; $244,03 \pm 12,7$ e $243,04 \pm 8,97$ em mg/dL), estão dentro dos valores normalmente encontrados para frangos de corte, onde de acordo com Thaxton et al. (2006) varia entre 200 a 250 mg/dL. Comprovando que os animais que consumiram rações contendo diferentes níveis de inclusão do farelo de macarrão não apresentaram disfunções metabólicas.

4.5. Características de carcaça

A redução observada nos pesos: de abate, da carcaça quente, carcaça fria, peito, coxa, sobrecoxa, asas e dorso, foram influenciados pelo peso dos animais aos 42 dias. Pois, segundo Silva et al. (2003) os pesos finais dos frangos de corte possuem forte correlação positiva com os pesos das carcaças quente e fria, e os cortes comerciais.

O decréscimo verificado nos pesos das moelas cheias e vazias e seus respectivos rendimentos, está associado a redução do trabalho mecânico exercido pelo músculo sobre influência da granulometria das rações. Já que as aves que são alimentadas com as rações contendo os menores DGM, apresentam uma maior taxa de passagem e menor atividade da moela (López e Baião, 2004). Freitas et al. (2008) ao trabalhar com níveis crescentes de densidade (g/l) devido ao uso de diferentes níveis de farinha de varredura de mandioca na ração (0%; 7,5%; 15%; 22,5% e 30%), afirmaram que a maior densidade da ração foi um fator determinante para a redução do peso da moela e seu rendimento. Já que o aumento na densidade está associado a redução da granulometria, como verificado nas rações do presente experimento.

4.6. Análise econômica

Com a inclusão do farelo de macarrão os custos de alimentação (US\$/1000 aves) e por tonelada de carne frango, tornaram menos onerosos, devido ao preço de aquisição do subproduto que é US\$ 0,13 o quilo. Com a inclusão do farelo de macarrão nas rações, houve uma redução nos níveis de milho e óleo, que custaram respectivamente US\$ 0,18 e US\$ 1,02 o quilo, e em menor intensidade também reduziu o farelo de soja que possui o preço de aquisição de US\$ 0,40 o quilo. Assim como neste presente trabalho Agiang et al. (2004) trabalhando rações contendo alimento alternativo a farinha de varredura de mandioca, verificou redução dos custos de alimentação em relação as dietas formuladas a base de milho e farelo de soja.

A redução da margem bruta (US\$/1000 aves) nos períodos de 1-35 dias e 1-42 dias se deu devido a significativa redução do peso dos animais com a inclusão dos níveis crescentes do subproduto nas dietas dos frangos de corte, o que influenciou negativamente a receita. Embora os custos com a alimentação também tenham apresentado uma redução com a inclusão do farelo de macarrão não foi o suficiente para compensar as perdas ocorridas na receita. Já a margem bruta por tonelada de carne de frango apresentou acréscimo, pois o volume de carne utilizado não se altera, dessa forma a receita bruta tornou-se fixa, e como os gastos com alimentação são reduzidos com a inclusão do farelo de macarrão, ocorreu um aumento da margem bruta

5. Conclusão

O farelo de macarrão possui um bom aproveitamento energético por apresentar energia metabolizável aparente e aparente corrigida para nitrogênio de 3812 kcal/Kg e 3616 Kcal/kg, respectivamente. Entretanto ao avaliar o desempenho, características de carcaça e viabilidade econômica, conclui-se que a inclusão dos níveis 10%, 20%, 30% e 40% de farelo de macarrão não é uma alternativa viável, podendo ser estudado níveis menores de inclusão.

6. Referências bibliográficas

- ABIMAPI – Associação das indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. Disponível em: <https://www.abimapi.com.br> , acesso: 20/05/2017.
- ABPA – Associação brasileira de proteína animal, 2016. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/mercado-interno/frango>. Acesso: 12/12/2017.
- AGIANG, E.A.; AYUK, A.A.; NWELLE, J.B. e UZEGBU, H.O. 2004. Performance of broiler fed diets with graded levels of cassava waste meal (CWM) as energy source. *Journal of agriculture and food science*. 2:34-37.
- BAGHBANZHAFAR, S.; AFROUZIYEH, M. e ZAKERI, A. 2013. The effect of diferente levels of pasta by product with or without enzyme on performance of broiler chickens. *Pelagia Research Library. European Journal of Experimental Biology*. 3:233-235.
- BAKKER, C.M.C.N. 2010. Análise técnica e econômica do processo de obtenção de espaguete com adição da farinha de trigo integral e farinha de linhaça. Dissertação (mestrado em engenharia química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- BELLAVER, C. e NONES, K. 2000. A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. In: Simpósio goiano de avicultura. Goiânia- GO.
- BRAGA, J.P. e BAIÃO, N.C. 2001. Suplementação lipídica no desempenho de aves em alta temperatura. *Cadernos técnicos de veterinária e zootecnia: avicultura – nutrição e manejo*. 31: 23-28.
- DAHLKE, F; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M. e LIMA, A.R. 2001. Tamanho da partícula do milho e forma física da ração e seus efeitos sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. 3:241-248.
- DETMANN, E., SOUZA, M. A. e VALADARES FILHO, S. C. 2012. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco.
- ELIASSON, A.C. 2004. *Starch in food - Structure, function and applications*. New York: Boca Raton.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de pesquisa e Agropecuária. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/brasil>. Acessado em: 12/12/2017.
- FRANKE, M. e REY, A. 2006. Improving péletes quality and efficiency. *Feed tech*. 10: 78-79.
- FREITAS, R.G.F.; LUDKE, M.C.M.M.; RABELLO, C.B.V.; NASCIMENTO, G.R. e BARBOSA, E.N.R. 2008. Inclusão da farinha de varredura de mandioca em rações de frangos de corte. *Acta. Scientiarum. Animal Sciences*. 30:155-163.

- LANA, G. R. Q. 2000. Avicultura. 1^o edição. Editora Rural Ltda. Campinas, São Paulo.
- LEORO, M.G.V. 2011. Macarrão instantâneo funcional obtido pelos processos de fritura convencional e a vácuo. Dissertação (mestrado em tecnologia do alimento), Universidade Estadual de Campinas.
- LIMA, T. S.; RABELLO, C.B.V; LIMA, M.B.; LOPES, C.C.; SILVA, D.P.V. e ARRUDA, E.M.F. 2012. Determinação do valor energético do resíduo de macarrão para frango de corte na fase pré-inicial. I Simpósio de Avicultura do Nordeste. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB.
- LOPES, L.F.D.; BUM, D.V. e GREGORIO, R. 2009. Identificação das perdas do processo produtivo na fabricação de massas alimentícias: um estudo baseado em sistema de custo. *Ciência e Natura*. 31:35-56.
- LOPEZ, C.A.A. e BAIÃO, N.C. 2004. Efeitos do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 56:214-221.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. *Agricultural experimental station research report*. 7:3-11.
- MOZDZIAK, P.E.; WALSH, T.J.; McCOY, D.W. 2002. The effect of early posthatch nutrition on satellite cell mitotic activity. *Poultry Science*. 81: 1703-1708.
- MUNHOZ, M.P.; WEBER, F.H. e CHANG, Y.K. 2004. Influência de hidrocolóides na textura na textura de gel de amido de amido. *Ciência e Tecnologia dos alimentos*. 24:403-406.
- PAES, J. P. S.; FREITAS, H.J. e CORDEIRO, M.B. 2015. Utilização de farelo de macarrão na alimentação de frango de corte de linhagem caipira. *Enciclopédia biosfera* 11:1897-1902.
- RIBEIRO, A.M.L.; MAGRO, N.; PENZ JR, A.M. 2002. Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. *Revista Brasileira de ciências avícola*. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1590-S1516-635X2002000100006](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2002000100006), acesso: 02/02/2018
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S. L., EUCLIDES, R. F. 2011. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3^a edição. Viçosa-Minas Gerais.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S. L., EUCLIDES, R. F. 2017. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4^a edição. Viçosa-Minas Gerais.
- SAS - Statistical analysis system: Realease 9.1.3, (software). 2008. Cary: Sas institute, 620p.

- SILVA, D.J. e QUEIROZ, A.C. 2002. Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.edição. Editora UFV. Viçosa- Minas Gerais.
- SILVA, J. H.V.; ALBINO, L.F.T.; e NASCIMENTO, A. H. 2003. Estimativas da composição anatômica de carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso da carcaça. Revista Brasileira de Zootecnia. 32:344-352.
- SILVA, T.R.M.; ANDRADE, M.L.S.; CHUNG, S. e BICUDO, A.J.A. 2014. Substituição parcial do milho pelo resíduo de macarrão em dietas para tilápia-do-Nilo. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Bol. Instituto de pesca. 40:669-676.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G. e RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. Journal of Animal Science. 11: 3562-3577.
- TARDOCCHI, C.F.T.; SOARES, R.T.R.N.; BONAPARTE, T.P. e CABRAL, N.O. 2014. Digestibilidade dos resíduos agroindustriais para suínos na fase inicial. Revista eletrônica Nutritime –INSS 1983-9006.
- THAXTON, J.P.; DOZIER, W.A.; BRANTON, S.L.; MORGAN, G.W.; MILES, D.W.; ROUSH, W.B. e LOTT, B.D. 2006. Stocking density and physiological adaptive responses of broiler, poultry Science, 85:819-824.
- ZANOTTO, D.L. e BELLAVAR, C. 1996. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/cot215.pdf. Acesso: 12/03/2017.

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais da ração da ração referência do ensaio de metabolismo.

Ingredientes	Quantidade (%)
Milho	55,56
Farelo de soja	36,97
Óleo de soja	3,55
Fosfato Bicálcico	1,55
Calcário	0,92
Sal comum	0,48
DL-Metionina 99%	0,30
L-Lisina-HCl 78,8%	0,23
Premix vitamínico ¹	0,15
Premix mineral ²	0,12
L-Treonina 98,5%	0,08
Cloreto de Colina 60%	0,10
TOTAL	100,00
Composição nutricional e energética (%)	
Energia Metabolizável Aparente (Kcal/Kg)	3050
Proteína Bruta	21,20
Cálcio	0,84
Fósforo Disponível	0,40
Sódio	0,21
Extrato etéreo	6,16
Fibra Bruta	3,00
Aminoácidos Digestíveis (%)	
Lisina	1,217
Metionina	0,580
Metionina+cistina	0,876
Treonina	0,791
Arginina	1,343
Fenilalanina	0,980
Fenilalanina+Tirosina	1,675
Histidina	0,527
Isoleucina	0,836
Leucina	1,661
Valina	0,901
Triptofano	0,284

¹Níveis de garantia do Premix vitamínico por kg do produto: vit. A (10.000.000 UI), vit. D₃ (2.000.000 UI), vit. E (20.000 mg), vit. K₃ (4.000 mg), vit. B₁ (1880 mg), vit. B₂ (5000 mg), vit. B₆ (2000 mg), vit. B₁₂ (10.000 mcg), niacina (30.000 mg), ácido pantotênico (13.500 mg), ácido fólico (500 mg). ²Níveis de garantia do Premix mineral por quilo: selênio (360 mg), zinco (110.000 mg), iodo (1400 mg), cobre (20.000 mg), manganês (156.000 mg), ferro (96.000 mg), antioxidante (100.000 mg), veículo Q.S.P. 100 g

Tabela 2. Composição percentual e valores nutricionais das rações da fase pré-inicial.

Ingredientes	Níveis de inclusão do Farelo de macarrão				
	0%	10%	20%	30%	40%
Milho	54,57	46,45	38,33	30,21	20,89
Farelo de soja	38,75	37,51	36,28	35,04	34,02
Farelo de macarrão	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
Óleo de soja	2,37	1,67	0,98	0,28	0,00
Fosfato Bicálcico	1,90	1,92	1,93	1,94	1,96
Calcário	0,91	0,90	0,88	0,87	0,85
Sal comum	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52
DL-metionina 99%	0,36	0,36	0,36	0,36	0,35
L-Lisina-HCl 78,8%	0,29	0,32	0,36	0,39	0,42
Premix mineral e vitamínico	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
L-Treonina 98,5%	0,12	0,14	0,15	0,17	0,19
Coccidiostático	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Inerte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional e energética (%)					
Energia Metabolizável Aparente (Kcal/kg)	2960	2960	2960	2960	2960
Proteína Bruta	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40
Cálcio	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Fósforo Disponível	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Sódio	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Extrato Etéreo	5,01	4,11	3,22	2,33	1,81
Fibra Bruta	3,00	2,98	2,97	2,95	2,92
Ácido linoléico	2,67	2,17	1,67	1,18	0,89
Aminoácidos Digestíveis (%)					
Lisina	1,324	1,324	1,324	1,324	1,324
Metionina+cistina	0,953	0,953	0,953	0,953	0,953
Treonina	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861
Triptofano	0,252	0,252	0,252	0,252	0,252
Composição Analisada (%)					
Matéria Seca	88,58	88,18	88,44	88,32	88,32
Proteína Bruta	22,92	22,62	22,52	22,24	22,22
Extrato Etéreo	5,04	4,02	3,07	2,28	1,82
Fibra Bruta	3,05	3,00	2,81	2,72	2,90
Matéria Mineral	5,58	5,49	5,11	5,26	5,16
Carboidratos totais	66,48	67,88	69,29	70,22	70,80
DGM (μ m)	786,47	778,35	754,97	633,19	632,04
Densidade (kg/L)	0,7097	0,7403	0,7440	0,7473	0,7584

¹Suplemento mineral e vitamínico (Níveis de garantia por Kg do produto). Vit. A 5.000.000 UI, Ácido fólico 150 mg, Ácido pantotênico 8.000 mg, Biotina 40.0 mg, Niacina 18.0 g, Vit. B12 6.500 mcg, Vit. B2 2.000 mg, Vit. B6 250 mg, Vit. D3 1.600.000 UI, Vit. K3 1.000 mg, Cobre 1.400 mg, Ferro 6.000 mg, Iodo 915mg, Manganês17.0g, Selênio 800 mg, Zinco 33 g.

Tabela 3. Composição percentual e valores nutricionais das rações da fase inicial.

Ingrediente	Níveis de inclusão do Farelo de macarrão				
	0%	10%	20%	30%	40%
Milho	57,02	48,90	40,78	32,66	24,55
Farelo de soja	35,90	34,66	33,43	32,19	30,95
Farelo de macarrão	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
Óleo de soja	3,25	2,55	1,86	1,16	0,47
Fosfato bicálcico	1,56	1,57	1,58	1,60	1,61
Calcário	0,95	0,93	0,91	0,90	0,88
Sal comum	0,48	0,48	0,49	0,49	0,49
DL-metionina 99%	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30
L-Lisina-HCl 78,8%	0,24	0,27	0,31	0,34	0,38
Premix mineral e vitamínico	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
L-Treonina 98,5%	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16
Coccidiostático	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional e energética (%)					
Energia Metabolizável	3050	3050	3050	3050	3050
Proteína Bruta	21,20	21,20	21,20	21,20	21,20
Cálcio	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Fósforo Disponível	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sódio	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Extrato Etéreo	5,92	5,03	4,14	3,24	2,35
Fibra Bruta	2,89	2,87	2,86	2,84	2,82
Ácido linoléico	3,16	2,67	2,17	1,67	1,17
Aminoácidos Digestíveis (%)					
Lisina	1,217	1,217	1,217	1,217	1,217
Metionina+cistina	0,876	0,876	0,876	0,876	0,876
Treonina	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
Triptofano	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
Composição Analisada (%)					
Matéria seca	88,41	88,51	88,73	88,23	88,44
Proteína Bruta, %	21,11	21,99	21,19	21,15	21,47
Extrato Etéreo, %	5,90	5,03	4,12	3,22	2,32
Fibra Bruta, %	2,93	2,85	2,59	2,73	2,98
Matéria Mineral	5,39	5,24	5,15	5,34	5,26
Carboidratos Totais	67,60	67,74	69,54	70,29	70,95
DGM (µm)	858,71	808,09	777,83	761,08	705,74
Densidade (kg/l)	0,7238	0,7266	0,7282	0,7311	0,7321

¹Suplemento mineral e vitamínico (Níveis de garantia por Kg do produto). Vit. A 5.000.000 UI, Ácido fólico 150 mg, Ácido pantotênico 8.000 mg, Biotina 40.0 mg, Niacina 18.0 g, Vit. B12 6.500 mcg, Vit. B2 2.000 mg, Vit. B6 250 mg, Vit. D3 1.600.000 UI, Vit. K3 1.000 mg, Cobre 1.400 mg, Ferro 6.000 mg, Iodo 915mg, Manganês 17.0g, Selênio 800 mg, Zinco 33 g.

Tabela 4. Composição percentual e valores nutricionais das rações da fase crescimento.

Ingredientes	Níveis de inclusão do Farelo de macarrão				
	0%	10%	20%	30%	40%
Milho	60,00	51,89	43,77	35,65	27,54
Farelo de soja	32,32	31,08	29,85	28,61	27,37
Farelo de macarrão	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
Óleo de soja	4,17	3,47	2,78	2,08	1,39
Fosfato bicálcico	1,33	1,35	1,36	1,38	1,39
Calcário	0,89	0,87	0,86	0,84	0,83
Sal comum	0,46	0,46	0,46	0,46	0,47
DL-metionina 99%	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28
L-Lisina-HCl 78,8%	0,24	0,27	0,31	0,34	0,38
Premix mineral e vitamínico	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
L-Treonina 98,5%	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15
Coccidiostático	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional e energética (%)					
Energia Metabolizável Aparente (Kcal/Kg)	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína Bruta	19,80	19,80	19,80	19,80	19,80
Cálcio	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Fósforo Disponível	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Sódio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Extrato Etéreo	6,89	5,99	5,10	4,21	3,32
Fibra Bruta	2,75	2,74	2,72	2,70	2,69
Ácido linoléico	3,68	3,19	2,69	2,19	1,69
Aminoácidos Digestíveis (%)					
Lisina	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131
Metionina+cistina	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826
Treonina	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735
Triptofano	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218
Composição Analisada (%)					
Matéria Seca	88,67	88,63	88,56	88,26	88,26
Proteína Bruta	19,74	19,64	19,56	19,86	19,91
Extrato Etéreo	6,88	5,96	5,12	4,22	3,34
Fibra Bruta	2,71	2,66	2,71	2,76	2,65
Matéria Mineral	4,33	4,51	4,29	4,27	4,19
Carboidratos Totais	69,05	69,90	71,02	71,65	72,57
DGM (µm)	878,41	807,35	783,16	765,87	705,23
Densidade (kg/l)	0,7140	0,7246	0,7300	0,7313	0,7337

¹Suplemento mineral e vitamínico (Níveis de garantia por Kg do produto). Vit. A 5.000.000 UI, Ácido fólico 150 mg, Ácido pantotênico 8.000 mg, Biotina 40.0 mg, Niacina 18.0 g, Vit. B12 6.500 mcg, Vit. B2 2.000 mg, Vit. B6 250 mg, Vit. D3 1.600.000 UI, Vit. K3 1.000 mg, Cobre 1.400 mg, Ferro 6.000 mg, Iodo 915mg, Manganês 17.0g, Selênio 800 mg, Zinco 33 g

Tabela 5. Composição percentual e valores nutricionais das rações da fase Final.

Ingredientes	Níveis de inclusão do Farelo de macarrão				
	0%	10%	20%	30%	40%
Milho	64,26	56,15	48,03	39,91	31,79
Farelo de soja	28,45	27,21	25,97	24,73	23,50
Farelo de macarrão	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
Óleo de soja	4,09	3,39	2,70	2,00	1,31
Fosfato bicálcico	1,12	1,14	1,15	1,17	1,18
Calcário	0,80	0,78	0,76	0,75	0,73
Sal comum	0,44	0,45	0,45	0,45	0,45
DL-metionina 99%	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26
L-Lisina-HCl 78,8%	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40
Premix mineral e vitamínico	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
L-Treonina 98,5%	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15
Coccidiostático	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional e energética (%)					
Energia Metabolizável Aparente (Kcal/Kg)	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína Bruta	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40
Cálcio	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Fósforo Disponível	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Sódio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Extrato Etéreo	6,90	6,01	5,11	4,22	3,33
Fibra Bruta	2,62	2,60	2,59	2,57	2,56
Ácido linoleico	3,71	3,21	2,71	2,21	1,71
Aminoácidos Digestíveis					
Lisina	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060
Metionina+cistina	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774
‘Treonina	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689
Triptofano	0,197	0,197	0,197	0,197	0,197
Composição Analisada (%)					
Matéria Seca	88,26	88,67	88,80	88,63	88,48
Proteína Bruta Analisada	18,63	18,65	18,44	18,30	18,57
Extrato Etéreo Analisado	6,85	6,06	5,11	4,22	3,36
Fibra Bruta Analisada	2,75	2,97	2,66	2,43	2,41
Matéria Mineral	4,36	4,2	4,06	4,03	4,4
Carboidratos Totais	70,16	71,09	72,39	73,45	73,67
DGM (µm)	882,85	806,60	783,44	765,56	761,69
Densidade (kg/l)	0,7216	0,7241	0,7263	0,7307	0,7333

¹Suplemento mineral e vitamínico (Níveis de garantia por Kg do produto). Vit. A 5.000.000 UI, Ácido fólico 150 mg, Ácido pantotênico 8.000 mg, Biotina 40.0 mg, Niacina 18.0 g, Vit. B12 6.500 mcg, Vit. B2 2.000 mg, Vit. B6 250 mg, Vit. D3 1.600.000 UI, Vit. K3 1.000 mg, Cobre 1.400 mg, Ferro 6.000 mg, Iodo 915mg, Manganês 17.0g, Selênio 800 mg, Zinco 33 g.

Tabela 6. Médias das variáveis de desempenho de frangos de corte alimentados com níveis crescentes de inclusão do farelo de macarrão

Variáveis	Níveis de inclusão do Farelo de macarrão					D.P	P	C.V.
	0%	10%	20%	30%	40%			
Fase pré-inicial (1-7 dias)								
PI (g)	50	50	50	50	50	0,02	0,8441	0,20
PF (g)	165	163	165	165	166	0,62	0,6657	2,28
CR (g)	139	136	137	138	140	0,85	0,6146	3,71
GP (g)	115	113	114	115	116	0,62	0,6765	3,28
CA (g/g)	1,208	1,198	1,199	1,205	1,203	0,004	0,9235	1,97
Fase inicial (8-21 dias)								
PF (g)	871	856	853	835	803	6,64	0,0046	3,78
CR (g)	959	970	969	961	972	3,98	0,8111	2,52
GP (g)	706	693	688	670	636	6,48	0,0027	4,62
CA (g/g)	1,360	1,402	1,410	1,438	1,531	0,015	0,0015	4,93
Fase inicial acumulada (1-21 dias)								
CR (g)	1110	1118	1118	1100	1113	5,00	0,7697	2,61
GP (g)	821	806	803	785	753,18	6,47	0,0046	4,02
CA (g/g)	1,352	1,386	1,393	1,404	1,479	0,011	0,0020	3,80
Fase de crescimento (22-35 dias)								
PF (g)	2003	1920	1781	1744	1660	23,00	0,0001	2,79
CR (g)	1774	1649	1456	1469	1425	24,00	0,0001	3,06
GP (g)	1132	1063	926	908	856	18,6	0,0001	3,79
CA (g/g)	1,565	1,552	1,572	1,618	1,664	0,011	0,0020	3,24
Fase de crescimento acumulativa (1-35 dias)								
CR (g)	2884	2767	2574	2570	2538	25,00	0,0001	2,08
GP (g)	1953	1870	1731	1694	1610	23,00	0,0001	2,87
CA (g/g)	1,477	1,480	1,488	1,518	1,577	0,009	0,0001	2,42
Fase final (36-42 dias)								
PF (g)	2656	2530	2362	2265	2149	33,00	0,0001	2,46
CR (g)	1081	1054	1029	922	868	15,20	0,0001	3,84
GP (g)	652	610	581	520	489	11,10	0,0001	4,84
CA (g/g)	1,662	1,726	1,772	1,773	1,7761	0,011	0,0006	2,89
Fase final acumulativa (1-42 dias)								
CR (g)	3954	3809	3592	3492	3406	36,00	0,0001	1,67
GP(g)	2606	2480	2312	2215	2099	33,00	0,0001	2,51
CA (g/g)	1,518	1,536	1,555	1,577	1,623	0,008	0,0001	2,33

DP: desvio padrão; P: probabilidade; CV: coeficiente de variação; PI: peso inicial; CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar e PF: peso final.

Tabela 7. Equações de regressão das variáveis do desempenho zootécnico.

Variáveis	Efeito	Equação	R ²	Nível
Fase - 8 a 21 dias				
GP	Linear	Y=711,38-1,6235X	0,90	-
CA	Linear platô	Y=1,2785+0,006037X ₀ se X ₀ >17%, Y= 1,38111g/g se X ₀ ≤ 17%	0,90	17%
PF	Linear	Y= 875,69-1,5753X	0,90	-
Fase - 1 a 21 dias				
GP	Linear	Y= 825,57-1,5757X	0,91	-
CA	Linear	Y=1,3482+0,0027X	0,84	-
Fase - 22 a 35 dias				
CR	Linear platô	Y= 1785,50-15,9225X ₀ se X ₀ ≤ 21,25%, Y= 1447,21g Se X ₀ > 21,25%	0,98	21,25%
GP	Linear	Y=1118,5-7,0596X	0,93	-
CA	Linear platô	Y= 1,4805+0,004592X ₀ se X ₀ > 17,42%, Y=1,560482g/g se X ₀ ≤ 17,42%	0,97	17,42%
PF	Linear	Y=1994,2-8,6349X	0,97	-
Fase - 1 a 35 dias				
CR	Linear platô	Y= 2896,27-15,4723X ₀ se X ₀ ≤ 22,14%, Y=2553,668g se X ₀ > 22,14%	0,98	22,14%
GP	Linear	Y=1944,1-8,6352X	0,97	-
CA	Linear platô	Y=1,3942+0,004455 X ₀ se X ₀ > 18,92%, Y=1,478483g/g se X ₀ ≤ 18,92 %	0,97	-
Fase - 36 a 42 dias				
CR	Linear	Y=1102,5 - 5,5722X	0,93	-
GP	Linear	Y= 654,2-4,159X	0,98	-
CA	Linear platô	Y=1,6620+0,006412X ₀ se X ₀ > 17,38%, Y= 1,77 3427g/g se X ₀ > 17,38%	0,99	17,38%
PF	Linear	Y=2648,4 - 12,794X	0,99	-
Fase - 1 a 42 dias				
CR	Linear platô	Y= 3966,39-18,1151X ₀ se X ₀ ≤ 28,55%, Y=3449,1876g se X ₀ >28,55%	0,97	28,55%
GP	Linear	Y=2598,3-12,794X	0,99	-
CA	Linear	Y=1,5116+0,0025X	0,95	-

Tabela 8. Média das características de carcaça de frangos de corte alimentados com níveis crescentes de farelo de macarrão.

	Níveis de inclusão do farelo de macarrão					DP	P	CV %
	0%	10%	20%	30%	40%			
Peso das carcaças (g)								
Peso vivo em jejum	2600	2522	2421	2325	2148	43,00	0,0042	8,89
Carcaça quente	1973	1917	1856	1790	1652	33,00	0,0112	9,03
Carcaça fria	1958	1904	1838	1762	1637	32,00	0,0086	8,98
Rendimentos das carcaças (%)								
Carcaça quente	75,84	76,07	76,65	76,95	76,98	32,00	0,7364	2,53
Carcaça fria	75,28	75,53	75,92	75,77	76,30	34,00	0,9190	2,81
Peso dos cortes (g)								
Peito	763,3	748,1	730,5	712,7	635,8	14,80	0,0485	11,11
Coxas	249,2	248,5	236,1	216,8	200,9	4,92	0,0017	10,18
Sobrecoxas	295,7	288,8	279,1	262,7	234,1	5,25	0,0002	8,43
Asas	188,7	180,7	177,2	170,7	163,3	2,55	0,0124	7,41
Dorso	464,2	439,2	417,9	385,0	376,2	9,49	0,0092	11,54
Rendimento dos cortes (%)								
Peito	38,94	39,29	39,71	40,39	38,81	30,00	0,4751	4,52
Coxas	12,89	13,03	12,85	12,37	12,33	0,13	0,3394	6,22
Sobrecoxas	15,16	15,16	15,16	14,95	14,37	0,51	0,4786	6,38
Asas	9,66	9,51	9,66	9,75	10,01	0,17	0,4258	5,07
Dorso	23,67	23,08	22,78	21,79	23,03	0,54	0,2061	6,34
Peso das vísceras (g)								
Coração	11,73	11,21	10,26	10,16	10,14	0,27	0,2046	14,31
Fígado	51,84	52,79	48,97	45,67	48,16	1,15	0,2952	13,52
Moela cheia	55,90	49,00	44,62	43,06	39,06	1,44	0,0006	14,32
Moela vazia	42,46	37,89	32,37	32,28	28,54	1,17	0,0002	14,89
Intestino	95,55	93,87	85,79	83,40	84,74	2,20	0,2749	14,40
G. abdominal	41,42	46,67	43,43	40,77	37,85	1,58	0,5075	22,41
Rendimento das vísceras (%)								
Coração	0,45	0,44	0,42	0,44	0,47	0,03	0,2393	9,01
Fígado	1,99	2,08	2,02	1,97	2,24	0,01	0,6980	9,02
Moela cheia	2,15	1,93	1,84	1,83	1,82	0,04	0,0553	11,69
Moela vazia	1,63	1,49	1,39	1,35	1,33	0,03	0,0085	11,62
Intestino	3,67	3,71	3,53	3,60	3,94	0,06	0,2749	14,4
G.abdominal	1,63	1,86	1,79	1,77	1,76	0,07	0,8985	24,44

DP: desvio padrão; P: probabilidade; CV: coeficiente de variação.

Tabela 9. Equações de regressão dos parâmetros de carcaça.

Variáveis	Efeito	Equação	R ²	Nível
Peso das carcaças (g)				
Peso vivo em jejum	Linear	$Y=2623,8-11,021X$	0,97	-
Carcaça quente	Linear	$Y=1991,28-7,6928X$	0,95	-
Carcaça fria	Linear	$Y=1976,37-7,8373X$	0,97	-
Peso dos cortes (g)				
Peito	Linear	$Y=776,1402-2,901950X$	0,85	-
Coxas	Linear	$Y=255,9383-1,2820X$	0,93	-
Sobrecoxas	Linear	$Y=301,9402-493800X$	0,92	-
Asas	Linear	$Y=188,3026-0,6080X$	0,98	-
Dorso	Linear	$Y= 462,5397-2,3017X$	0,98	-
Peso das vísceras (g)				
Moela Cheia	Linear	$Y=54,253-0,3962X$	0,95	-
Moela vazia	Linear	$Y=41,3998-0,3346X$	0,93	-
Rendimento das vísceras				
Moela cheia	Linear platô	$Y= 2,1544-0,02176 X_0$ se $X_0 \leq 14,49\%$, $Y= 1,8390g$ se $X_0 > 14,49\%$	0,96	14,49%
Moela vazia	Linear platô	$Y=1,6351-0,01415 X_0$ se $X_0 \leq 20\%$, $Y=1,3521g$ se $X_0 > 20\%$	0,92	20,00%

Tabela 10. Médias dos parâmetros da análise econômica.

Níveis de inclusão do farelo de macarrão								
Variáveis	0%	10%	20%	30%	40%	DP	P	CV%
Custo com alimentação (US\$/ave)								
1-21 dias	0,3790	0,3677	0,3535	0,3372	0,3271	0,0207	0,0001	2,24
1-35 dias	0,9826	0,9073	0,8114	0,7805	0,7387	0,0914	0,0001	2,00
1-42 dias	1,3377	1,2398	1,1229	1,0479	0,9793	0,1323	0,0001	1,67
Custo com alimentação (US\$/kg de carne de frango)								
1-21 dias	0,4352	0,4294	0,4145	0,4043	0,4078	0,0198	0,0003	3,96
1-35 dias	0,4906	0,4728	0,4559	0,4478	0,4453	0,0208	0,0001	2,67
1-42 dias	0,5038	0,4901	0,4756	0,4628	0,4558	0,0206	0,0001	2,31
Receita bruta (US\$/ave)								
1-21 dias	0,8043	0,7910	0,7880	0,7713	0,7415	0,0353	0,0003	3,78
1-35 dias	1,8493	1,7722	1,6437	1,6096	1,5321	0,1241	0,0001	2,79
1-42 dias	2,4516	2,3358	2,1807	2,0905	1,9838	0,1775	0,0001	2,46
Margem bruta (US\$/ave)								
1-21 dias	0,4253	0,4234	0,4345	0,4341	0,4144	0,0283	0,7476	6,78
1-35 dias	0,8667	0,8649	0,8323	0,8291	0,7934	0,0487	0,0013	5,12
1-42 dias	1,1139	1,0960	1,0578	1,0426	1,0044	0,0611	0,0001	4,67
Margem bruta (US\$/Kg de carne de frango)								
1-21 dias	0,4879	0,4937	0,5086	0,5188	0,5153	0,0198	0,0003	3,28
1-35 dias	0,4325	0,4503	0,4671	0,4752	0,4778	0,0208	0,0001	2,68
1-42 dias	0,4193	0,4329	0,4474	0,4602	0,4672	0,0206	0,0001	2,48

DP: desvio padrão; P: probabilidade; CV: coeficiente de variação.

Tabela 11. Equações de regressão da análise econômica.

Período	Efeito	Equação	R ²	Nível
Custo com alimentação (US\$/1000 aves)				
1-21 dias	Linear platô	Y= 380,277-1,3938 X ₀ se X ₀ ≤ 38,12% Y=327,1477 se X ₀ > 38,12%	0,9966	38,12
1-35 dias	Linear platô	Y= 975,7538-7,0215X ₀ se X ₀ ≤ 33,76% Y=738,7256 se X ₀ >33,76%	0,9782	33,76
1-42 dias	Linear platô	Y=1395,015-9,8615X ₀ se X ₀ ≤ 36,06% Y=979,3797 se X ₀ >36,06%	0,9962	36,06
Custo com alimentação (US\$/Tonelada)				
1-21 dias	Linear platô	Y= 436,738 – 1,036 X ₀ se X ₀ ≤ 29,64% Y= 406,00 se X ₀ >29,64%	0,9728	29,64
1-35 dias	Linear platô	Y=490,431-1,7326 X ₀ se X ₀ ≤ 25,33% Y=446,5508 se X ₀ >25,33%	0,9976	25,33
1-42 dias	Linear platô	Y= 503,723-1,3754 X ₀ se X ₀ ≤ 34,85% Y = 455,7969 se X ₀ > 34,85%	0,9997	34,85
Receita Bruta (US\$/1000 aves)				
1-21 dias	Linear	Y=808,3385-145,5385X	0,9061	-
1-35 dias	Linear	Y=1840,8-7,969231X	0,9727	-
1-42 dias	Linear	Y=2444,677-11,80923X	0,9926	-
Margem bruta (US\$/1000 aves)				
1-35 dias	Linear platô	Y= 936,34-3,5754 X ₀ se X ₀ ≤ 22,85% Y= 854,6338 se X ₀ > 22,85%	0,7945	22,85
1-42 dias	Linear platô	Y= 1122,738-2,9015 X ₀ se X ₀ ≤ 3,06% Y =1113,877 se X ₀ >3,06 %	0,9861	3,06
Margem bruta (US\$/Tonelada)				
1-21 dias	Linear platô	Y=486,3385+1,036X ₀ se X ₀ ≤ 29,64% Y=517,0462 se X ₀ >29,64%	0,9728	29,64
1-35 dias	Linear platô	Y= 432,65 + 1,7326X ₀ se X ₀ ≤ 25,33% Y=476,5354 se X ₀ > 25,33%	0,9976	25,33
1-42 dias	Linear platô	Y =419,35+1,3742 X ₀ se X ₀ ≤ 34,85% Y = 467,2357 se X ₀ >34,85%	0,9997	34,85

Figura 1. Consumo de ração no período de 1 – 42 dias

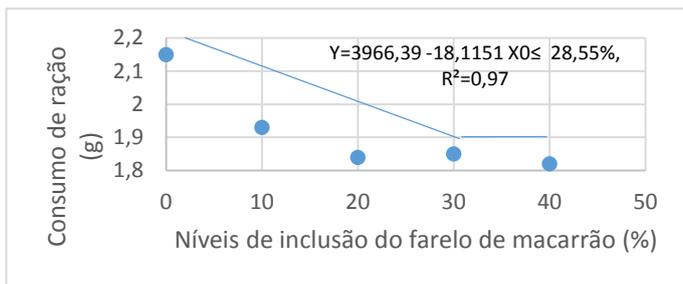


Figura 2. Ganho de peso no período de 1-42 dia

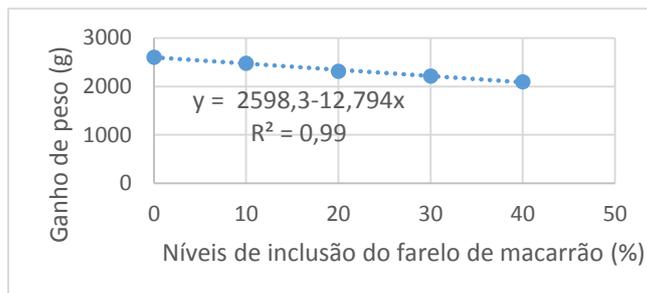


Figura 3. Conversão alimentar no período de 1-42 dias

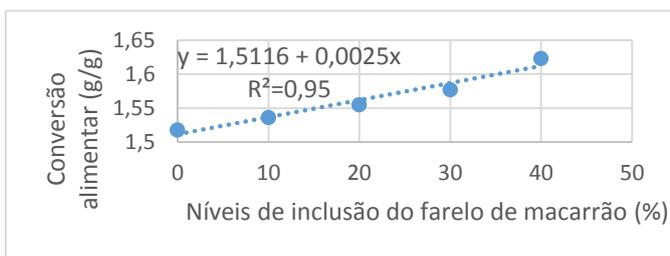


Figura 4. Peso final aos 42 dias

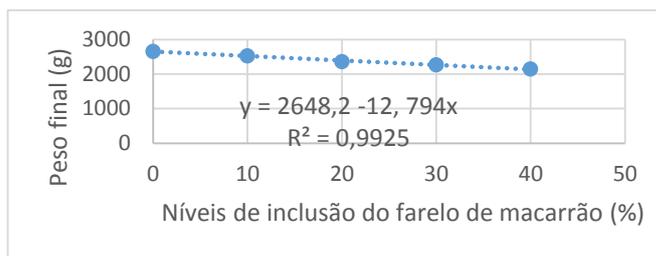


Figura 5. Peso vivo em jejum

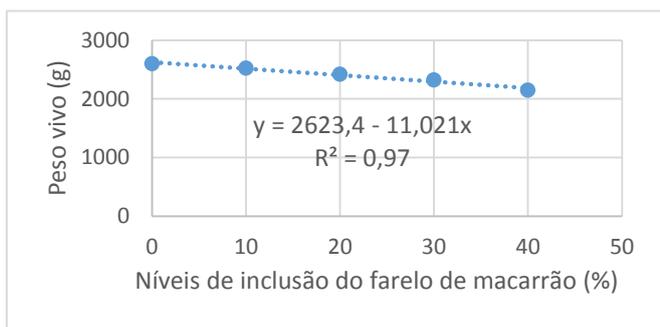


Figura 6. Peso da carcaça quente

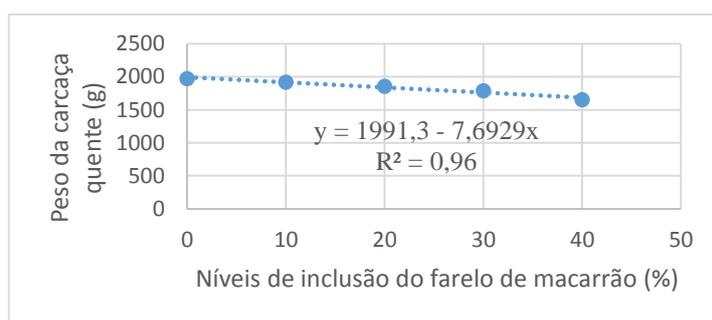


Figura 7. Peso da moela cheia

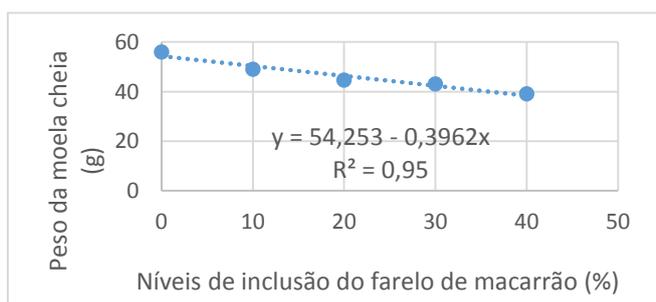


Figura 8. Rendimento de moela cheia

