

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ADENISE BOTTCHER CLAUS

SOJA INTEGRAL DESATIVADA A VÁCUO – IMPLICAÇÕES NA
QUALIDADE FÍSICA DA RAÇÃO E DESEMPENHO DE FRANGOS
DE CORTE

CURITIBA

2022

ADENISE BOTTCHER CLAUS

SOJA INTEGRAL DESATIVADA A VÁCUO – IMPLICAÇÕES NA
QUALIDADE FÍSICA DA RAÇÃO E DESEMPENHO DE FRANGOS DE
CORTE

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção
do título de Doutora, Curso de Pós-Graduação em
Zootecnia, Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka

Coorientador: Dr. Everton Luís Krabbe

CURITIBA

2022

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS/UFPR – BIBLIOTECA DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Claus, Adenise Bottcher

Soja integral desativada a vácuo : implicações na qualidade física da ração e desempenho de frangos de corte / Adenise Bottcher Claus . – Curitiba, 2022.
1 recurso online: PDF.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.
Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka
Coorientador : Dr. Everton Luís Krabbe

1. Aves. 2. Aves de corte. 3. Nutrição. 4. Soja. I. Maiorka, Alex. II. Krabbe, Everton Luís. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

Bibliotecária: Telma Terezinha Stresser de Assis CRB-9/944

TERMO DE APROVAÇÃO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOTECNIA -
40001016082P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ZOOTECNIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **ADENISE BÖTTCHER CLAUS** intitulada: **Soja integral desativada a vácuo - implicações na qualidade física da ração e desempenho de frangos de corte**, sob orientação do Prof. Dr. ALEX MAIORKA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutora está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 27 de Maio de 2022.

Assinatura Eletrônica
31/05/2022 16:37:05.0
ALEX MAIORKA
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
30/05/2022 13:42:28.0
ANANDA PORTELLA FÉLIX
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
31/05/2022 10:19:41.0
ANA VITORIA FISCHER DA SILVA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
30/05/2022 17:33:33.0
FABIANO DAHLKE
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA)

Rua dos Funcionários, 1540 - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 80035-050 - Tel: (41) 3350-5861 - E-mail: ppgz@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 187802

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 187802

Comissão de Ética no uso de Animais do Setor de Ciência Agrárias – UFPR



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo número 047/2021, referente ao projeto de pesquisa **“Vacuum deactivated whole soybeans – implications for the physical quality of peletes and effects on performance and carcass yield in broilers”**, sob a responsabilidade de **Alex Maiorka** – que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de Outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - BRASIL, com grau 2 de invasividade, em 20/08/2021.

Finalidade	Pesquisa
Vigência da autorização	Setembro/2021 até Novembro/2021
Espécie/Linhagem	<i>Gallus gallus domesticus</i> (ave)
Número de animais	1188
Peso/Idade	Indefinido/1 dia
Sexo	Macho
Origem	Empresa comercial (Seara) em Santa Catarina, Brasil.

*A autorização para início da pesquisa se torna válida a partir da data de emissão deste certificado.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 047/2021, regarding the research project **“Vacuum deactivated whole soybeans – implications for the physical quality of peletes and effects on performance and carcass yield in broilers”** under **Alex Maiorka** – which includes the production, maintenance and/or utilization of animals from Chordata phylum, Vertebrata subphylum (except Humans), for scientific or teaching purposes – is in accordance with the precepts of Law nº 11.794, of 8 October 2008, of Decree nº 6.899, of 15 July 2009, and with the edited rules from Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), and it was approved by the ANIMAL USE ETHICS COMMITTEE OF THE AGRICULTURAL SCIENCES CAMPUS OF THE UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (Federal University of Paraná, Brazil), with degree 2 of invasiveness, on August 20th, 2021.

Purpose	Research
Validity	September/2021 until November/2021
Specie/Line	<i>Gallus gallus domesticus</i> (poultry)
Number of animals	1188
Weight/Age	Undefined/1 day old
Sex	Male
Origin	Commercial company (Seara) in Santa Catarina, Brazil.

*The authorization to start the research becomes valid from the date of issue of this certificate.

Maity Zopollatto
Vice-coordenadora Comissão de Ética no Uso de
Animais AG – UFPR

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me iluminou e guiou meu caminho, me concedeu força e saúde durante toda jornada, permitindo que chegasse até aqui sem desanimar, principalmente devido a pandemia do Covid-19 que enfrentamos.

À minha mãe, Marivone Momolli Bottcher, uma mulher incrível, batalhadora, e que mesmo de longe está sempre rezando e torcendo pelas minhas conquistas. Ao meu pai (*in memoriam*) Neulito Bottcher, por tudo que me ensinou, principalmente por sempre prezar por meus estudos. Saudades eternas!

Ao meu esposo Alexandre Claus, por toda compressão, paciência e companheirismo, e por estar sempre ao meu lado me ajudando e incentivando.

Aos meus irmãos Adriana Bottcher Gris e Aderlan Bottcher, e ao meu sobrinho Murilo Henrique Gris por todo apoio e amizade, vocês são incríveis, agradeço muito por tudo.

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Alex Maiorka, por toda orientação, dedicação e ajuda em todas as etapas, obrigada por transmitir todo conhecimento durante esse período.

Às professoras, Dra. Ananda Portella Félix e Dra. Simone Gisele de Oliveira, por participar do comitê de avaliação, obrigada por toda ajuda e orientação.

Ao meu coorientador, pesquisador dr. Everton Luis Krabbe pela oportunidade de realizar este projeto Embrapa Suínos e Aves, e por não medir esforços para que esta pesquisa acontecesse. Aos funcionários da Embrapa por todo auxílio durante o experimento.

À Universidade Federal do Paraná por ter sido minha instituição de ensino durante o período de graduação, mestrado e agora doutorado, sinto muito orgulho de fazer parte desta instituição. A todos os docentes, e profissionais do laboratório de nutrição animal da UFPR.

À minha amiga Bárbara Vitória Marçal por toda ajuda e companheirismo, você foi muito importante, sua amizade e incentivo foram essenciais neste momento.

Aos membros da banca avaliadora, professor Dr. Fabiano Dahlke, e às professoras, Dra. Ananda Portella Félix e Dra. Ana Vitória Fischer da Silva, obrigada por terem aceito o convite.

“Sempre faça tudo com muito amor e com muita fé
em Deus, que um dia você chega lá.
De alguma maneira você chega lá”.

“Há um grande desejo em mim de
sempre melhorar. Melhorar.
É o que me faz feliz”.

(Ayrton Senna)

RESUMO

A avicultura de corte é uma das atividades mais importante do setor de produção de proteína animal. A alimentação das aves deve ser composta por ingredientes de qualidade, e que supram as necessidades nutricionais dos animais. Com isso, é preciso investir principalmente na nutrição, visando melhores resultados. Dessa forma, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de níveis crescentes de soja integral desativada (SID) sobre a qualidade física de peletes e se o ingrediente favorece o desempenho produtivo e rendimento de carcaça e de cortes de frangos de corte. No experimento de avaliações de qualidade física de peletes, os tratamentos consistiram em níveis crescentes de SID (0, 10, 20, 30 e 40%), em substituição ao milho, farelo e óleo de soja. Para a ração da fase crescimento (15 a 28 dias) houve diferença estatística ($P < 0,001$) para comprimento de peletes, dureza, índice de finos e ângulo de repouso, originado os melhores resultados nos tratamentos em que se utilizou as maiores porcentagens de SID (30 e 40%), para densidade não houve diferença estatística ($P > 0,05$). As análises das dietas para a fase final (29 a 42 dias) apresentaram os melhores resultados para as avaliações de comprimento de peletes, dureza, índice de finos e densidade ($P < 0,001$), nos tratamentos com níveis de SID de 30 e 40%. Para ângulo de repouso não houve diferença estatística ($P > 0,05$). No experimento de desempenho foram utilizados 900 pintinhos machos Cobb distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e 12 repetições com 15 aves cada. Os tratamentos consistiram em níveis crescentes de SID (0, 10, 20, 30 e 40%). Os resultados para os parâmetros de desempenho produtivo das aves no período da fase inicial (1 a 14) dias foram significativos para consumo de ração (CR) ($P < 0,05$), consumo alimentar real (CAR) e consumo alimentar médio (CAM) ($P < 0,001$). Não houve diferença significativa para as análises de peso vivo PV e ganho de peso médio (GPM) ($P > 0,05$). Na fase crescimento (15 a 28 dias) de idade houve diferenças significativas para GPM, CAR e CAM ($P < 0,05$). Não houve influência para as análises de CR e PV ($P > 0,05$). Na fase de final (29 a 42 dias) e avaliando todo período (1 a 42 dias), o ingrediente não apresentou efeito em nenhuma das análises realizadas ($P > 0,05$). As avaliações de rendimento cortes apresentaram o melhor resultado na dieta em que se utilizou 40% de SID ($P < 0,05$), porém para rendimento de peito o resultado foi inversamente proporcional a adição de SID, no qual as maiores porcentagens apresentaram os menores resultados ($P < 0,001$). A inclusão de SID em dietas peletizadas promoveu melhor qualidade de peletes, com peletes mais compridos, com maior dureza, melhor PDI e com menor índice de finos. A inclusão de SID nas dietas de frangos de corte pode ser utilizada a fim de melhorar a qualidade física da dieta, em relação a rendimento de cortes, proporcionou maior rendimento de dorso.

Palavras-chave: Aves, nutrição, PDI, peletização, rendimento de cor

ABSTRACT

Poultry farming is one of the most important activities in the animal protein production sector. Bird feed must be composed of quality ingredients that meet the nutritional needs of the animals. Thus, it is necessary to invest mainly in nutrition, aiming at better results. Thus, this study aimed to evaluate the effect of increasing levels of deactivated whole soybean (SID) on the physical quality of pellets and if the ingredient favors the productive performance and carcass and cuts yield of broilers. In the experiment of physical quality evaluations of pellets, the treatments consisted of increasing levels of SID (0, 10, 20, 30 and 40%), replacing corn, bran and soybean oil. For the growth phase feed (15 to 28 days) there was a statistical difference ($P < 0.001$) for pellet length, hardness, fines index and angle of repose, resulting in the best results in treatments in which the highest percentages of SID were used. (30 and 40%), for density there was no statistical difference ($P > 0.05$). The analyzes of the diets for the final phase (29 to 42 days) showed the best results for the evaluations of pellet length, hardness, fines index and density ($P < 0.001$), in treatments with SID levels of 30 and 40% . There was no statistical difference for angle of repose ($P > 0.05$). In the performance experiment, 900 male Cobb chicks were distributed in a randomized block design, with five treatments and 12 replications with 15 birds each. Treatments consisted of increasing levels of SID (0, 10, 20, 30 and 40%). The results for the parameters of productive performance of the birds in the period of the initial phase (1 to 14) days were significant for feed intake (CR) ($P < 0.05$), and actual feed intake (CAR) and average feed intake (CAM) ($P < 0.001$). There was no significant difference for the analysis of live weight LW and average weight gain (GPM) ($P > 0.05$). In the growth phase (15 to 28 days) of age there were significant differences for GPM, CAR and CAM ($P < 0.05$). There was no influence for the CR and PV analyzes ($P > 0.05$). In the final phase (29 to 42 days) and evaluating the entire period (1 to 42 days), the ingredient had no effect in any of the analyzes performed ($P > 0.05$). The cut yield evaluations showed the best result in the diet in which 40% SID was used ($P < 0.05$), but for breast yield the result was inversely proportional to the addition of SID, in which the highest percentages had the lowest results ($P < 0.001$). The inclusion of SID in pelleted diets promoted better pellet quality, with longer pellets, with greater hardness, better PDI and with a lower fines index. The inclusion of SID in broiler diets can be used in order to improve the physical quality of the diet, in relation to the cut yield, it provided greater back yield.

Keywords: Poultry, nutrition, PDI, pelleting, cutting yield

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

FIGURA 1 - REGRESSÃO QUADRÁTICA DE COMPRIMENTO DE PELETES EM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE CRESCIMENTO	51
FIGURA 2 - REGRESSÃO QUADRÁTICA DE DUREZA DE PELETES EM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE CRESCIMENTO	51
FIGURA 3 - REGRESSÃO QUADRÁTICA ÍNDICE DE DURABILIDADE DE PELETES EM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE CRESCIMENTO	51
FIGURA 4 - REGRESSÃO QUADRÁTICA DE PORCENTAGEM DE FINOS DE PELETES EM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE CRESCIMENTO	51
FIGURA 5 - REGRESSÃO QUADRÁTICA DE ÂNGULO DE REPOUSO DE PELETES EM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE CRESCIMENTO	51
FIGURA 6 - REGRESSÃO QUADRÁTICA DE COMPRIMENTO DE PELETES EM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE FINAL	53
FIGURA 7 - REGRESSÃO QUADRÁTICA DE DUREZA DE PELETES EM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE FINAL	53
FIGURA 8- REGRESSÃO QUADRÁTICA ÍNDICE DE DURABILIDADE DE PELETES EM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE FINAL	54
FIGURA 9 - REGRESSÃO QUADRÁTICA DE PORCENTAGEM DE FINOS DE PELETES EM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE FINAL	54
FIGURA 10 - REGRESSÃO QUADRÁTICA DE ÂNGULO DE REPOUSO DE PELETES EM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE FINAL	54

FIGURA 11 - REGRESSÃO QUADRÁTICA DE DENSIDADE DE PELETES EM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE FINAL	54
---	----

CAPÍTULO 3

FIGURA 1 - REGRESSÃO QUADRÁTICA DE CONSUMO DE RAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE INICIAL.	85
FIGURA 2 - REGRESSÃO LINEAR DE CONVERSÃO ALIMENTAR REAL DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE INICIAL.	85
FIGURA 3 - REGRESSÃO QUADRÁTICA DE CONVERSÃO ALIMENTAR MÉDIA DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA, PARA A FASE INICIAL.	85
FIGURA 4 - REGRESSÃO QUADRÁTICA DO RENDIMENTO DE PEITO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA AOS 42 DIAS.	88
FIGURA 5 - REGRESSÃO QUADRÁTICA DO RENDIMENTO DE DORSO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA AOS 42 DIAS.	88

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

TABELA 1 - PADRÃO DE ATIVIDADE UREÁTICA DA SOJA E FARELO	23
--	----

CAPÍTULO 2

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO DAS DIETAS PARA FASE CRESCIMENTO 1 a 14 dias (%).	44
TABELA 2 - COMPOSIÇÃO DAS DIETAS PARA FASE FINAL (%).	45
TABELA 3 - TABELA 3. ANÁLISES DE MATÉRIA SECA (MS), CINZAS (CZ), NITROGÊNIO (N), EXTRATO ETÉREO (EE), FIBRA BRUTA (FB), SÓDIO (NA), FÓSFORO (P) E CÁLCIO (CA), DOS INGREDIENTES E DA RAÇÃO COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA (SID), EM DIETA DA FASE FINAL (29 A 42 DIAS) DOS CINCO TRATAMENTOS.....	46
TABELA 4 - COMPRIMENTO (COMP.), DUREZA, ÍNDICE DE DURABILIDADE DO PELETES (PDI), PORCENTAGEM DE FINOS, ÂNGULO DE REPOUSO (ÂNG. REP.) E DENSIDADE (DESN.), DE PELETES COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA (SID), EM RAÇÕES DA FASE CRESCIMENTO	50
TABELA 5 - UMIDADE RELATIVA (UM), ATIVIDADE DE ÁGUA (AW) E TEMPERATURA (T °C) DA RAÇÃO COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA (SID), EM RAÇÕES PARA A FASE CRESCIMENTO.....	50
TABELA 6 - COMPRIMENTO (COMP.), DUREZA, ÍNDICE DE DURABILIDADE DO PELETES (PDI), PORCENTAGEM DE FINOS, ÂNGULO DE REPOUSO (ÂNG. REP.) E DENSIDADE (DESN.), DE PELETES COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA (SID), EM RAÇÕES DA FASE FINAL	53
TABELA 7 - UMIDADE RELATIVA (UM), ATIVIDADE DE ÁGUA (AW) E TEMPERATURA (T °C) DA RAÇÃO COM NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA (SID), EM RAÇÕES PARA A FASE CRESCIMENTO.....	55

CAPÍTULO 3

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO DAS DIETAS PARA FASE CRESCIMENTO 1 a 14 dias (%)	77
TABELA 2 - COMPOSIÇÃO DAS DIETAS PARA FASE FINAL 15 a 28 dias (%)	78
TABELA 3 - COMPOSIÇÃO DAS DIETAS PARA FASE FINAL 29 a 42 dias (%)	79
TABELA 4 - ANÁLISES DE ESPECTROMETRIA NIR PARA MILHO, DAS DIETAS PARA FASE CRESCIMENTO E FINAL	80
TABELA 5 - ANÁLISES DE ESPECTROMETRIA NIR PARA SOJA, DAS DIETAS PARA FASE CRESCIMENTO E FINAL	80
TABELA 6 - ANÁLISES DE ESPECTROMETRIA NIR PARA SOJA INTEGRAL DESATIVADA, DAS DIETAS PARA FASE CRESCIMENTO E FINAL	80
TABELA 7 - CONSUMO DE RAÇÃO (CR), PESO VIVO (PV), GANHO DE PESO MÉDIO (GPM), CONVERSÃO ALIMENTAR (CAR) E CONVERSÃO ALIMENTAR MÉDIA (CAM) DE FRANGOS DE CORTE, CONSUMINDO RAÇÕES CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE SID DE 1 A 14 DIAS DE IDADE	85
TABELA 8 - CONSUMO DE RAÇÃO (CR), PESO VIVO (PV), GANHO DE PESO MÉDIO (GPM), CONVERSÃO ALIMENTAR (CAR) E CONVERSÃO ALIMENTAR MÉDIA (CAM) DE FRANGOS DE CORTE, CONSUMINDO RAÇÕES CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE SID DE 15 A 28 DIAS DE IDADE	86
TABELA 9 - CONSUMO DE RAÇÃO (CR), PESO VIVO (PV), GANHO DE PESO MÉDIO (GPM), CONVERSÃO ALIMENTAR (CAR) E CONVERSÃO ALIMENTAR MÉDIA (CAM) DE FRANGOS DE CORTE, CONSUMINDO RAÇÕES CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE SID DE 29 A 42 DIAS DE IDADE	86
TABELA 10 - CONSUMO DE RAÇÃO (CR), PESO VIVO (PV), GANHO DE PESO MÉDIO (GPM), CONVERSÃO ALIMENTAR (CAR) E CONVERSÃO ALIMENTAR MÉDIA (CAM) DE FRANGOS DE CORTE, CONSUMINDO RAÇÕES CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE SID DE 1 A 42 DIAS DE IDADE	86

TABELA 11 - RENDIMENTO DE CARÇAÇA RESFRIADA PESCOÇO E CABEÇA (RCRPC), E CORTES (%) DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE SID AOS 42 DIAS DE IDADE.....	87
--	----

CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA 17

1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 AVICULTURA.....	19
2.2 SOJA	20
2.3 SOJA INTEGRAL DESATIVADA (SID)	22
2.4 DIETAS PELETIZADAS.....	23
2.5 EFEITOS DA PELETIZAÇÃO DAS RAÇÕES NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE	24
2.6 FATORES QUE INFLUENCIAM NA QUALIDADE DE PELETES	25
2.7 PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE PELETES.....	26
2.7.1 Comprimento dos peletes.....	26
2.7.2 Dureza de peletes	26
2.7.3 Porcentagem de finos.....	27
2.7.3 Índice de durabilidade de peletes (PDI)	27
2.7.5 Ângulo de repouso	28
2.7.6 Densidade dos peletes	28
2.10 DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE.....	29
2.9 RENDIMENTO DE CARCAÇA E CORTES	29
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
4. REFERÊNCIAS.....	31

CAPÍTULO 2 - EFEITO DE NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA NA QUALIDADE FÍSICA DE PELETES 39

RESUMO.....	39
ABSTRACT	40
1. INTRODUÇÃO	41
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	43
2.1 SOJA INTEGRAL DESATIVADA (SID)	43
2.2 COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS	43

2.4 PELETIZAÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS	46
2.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA RAÇÃO	47
2.6 ANÁLISES DE QUALIDADE FÍSICA DOS PELETES.....	48
2.6.1 Comprimento dos peletes.....	48
2.6.2 Dureza de peletes	48
2.6.3 Índice de durabilidade de peletes (PDI)	48
2.6.4 Porcentagem de finos.....	48
2.6.5 Ângulo de repouso	48
2.6.6 Densidade dos peletes	49
3. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	49
4. RESULTADOS	50
5. DISCUSSÃO	55
6. CONCLUSÕES	63
7. REFERÊNCIAS.....	64

CAPÍTULO 3 - EFEITO DE NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE	71
---	-----------

RESUMO.....	71
ABSTRACT.....	72
1. INTRODUÇÃO	73
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	75
2.1 ANIMAIS E INSTALAÇÕES.....	75
2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E COMPOSIÇÃO DAS DIETAS.....	75
2.3 SOJA INTEGRAL DESATIVADA (SID)	76
2.4 PELETIZAÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS	76
2.6 RENDIMENTO DE CARCAÇA E CORTES	82
3. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	83
4. RESULTADOS	84
4.1 DESEMPENHO.....	84
4.2 RENDIMENTO DE CARCAÇA E CORTES	87
5. DISCUSSÃO	89
5.1 DESEMPENHO	89
5.2 RENDIMENTO DE CARCAÇA E CORTES	92

6. CONCLUSÃO	94
7. REFERÊNCIAS.....	95
8. REFERÊNCIAS	100

1. INTRODUÇÃO

Na produção industrial de frangos de corte, os custos com a alimentação representam em torno de 70% em relação as despesas totais da cadeia de produção. Cada vez mais, as dietas precisam ser balanceadas e produzidas com ingredientes de qualidade, e com níveis nutricionais que supram as necessidades das aves, proporcionando melhor desempenho produtivo dos animais e um alimento com qualidade.

O setor tem se adequado as novas tecnologias do mercado em relação a nutrição das aves, as quais visam proporcionar melhores resultados de produção e redução nos custos. Além disso, os ingredientes e o processamento destes também tem sido fundamental para alcançar melhores resultados (FERREIRA et al., 2015).

A base nutricional da alimentação de frangos de corte, é constituída principalmente por vegetais, e a soja é um dos ingredientes fundamentais para compor essas dietas. Ainda que, considerada um alimento muito requerido na alimentação de frangos de corte, essa leguminosa apresenta fatores antinutricionais, os quais podem influenciar negativamente no desempenho dos animais. Esses fatores antinutricionais, impactam na absorção dos nutrientes, pois reduzem a digestibilidade, inibem a ação de enzimas digestivas, afetando o crescimento. Na soja, os principais fatores são os inibidores de proteases, as lectinas, as saponinas e as proteínas alergênicas (LEITE et al., 2012).

Sendo assim, para ser utilizada na alimentação de aves, a soja precisa primeiramente passar por algum tipo de processamento térmico para a desativação dos fatores antinutricionais presentes nos grãos integrais. Os principais tratamentos térmicos utilizados para essa desativação são: a tostagem, extrusão, a micronização a radiação (CARVALHO et al., 2008). Outra técnica que pode ser utilizada para essa finalidade, é a desativação desses fatores antinutricionais por meio de elevadas temperaturas, pressão, vapor e vácuo por um determinado tempo, o qual origina a soja integral desativada (SID), (FREITAS et al., 2005).

Contudo, esse processo deve ser realizado de forma controlada, pois o sub ou o superaquecimento pode reduzir a absorção dos nutrientes pelas aves. Com isso, a inclusão de alimentos que passaram por processos de desativação dos fatores antinutricionais, requerem controle em relação a qualidade do produto final, é importante controlar o índice de atividade ureática, pois é um indicador de qualidade do ingrediente (ANDRÉS et al., 2018).

Além da qualidade dos ingredientes utilizados nas dietas, o processamento das rações influencia nas características finais da ração. Esse processamento, é responsável por modificar a estrutura dos ingredientes em sua composição natural, o qual é realizado com o propósito de melhor aproveitamento nutricional pelos animais. Na avicultura o principal processamento utilizado é a peletização das rações.

A peletização é um processo mecânico com a finalidade de agrupar as partículas dos ingredientes, mediante elevadas temperaturas (80 a 90 °C), vapor e compressão, dando origem em uma ração em formato cilíndrico, denominada de peletes (NIR, 1998). Dietas peletizadas melhoram o desempenho dos animais em comparação a dietas fareladas, pois facilitam a apreensão do alimento, fazendo com que as aves consumam mais Maiorka et al. (2005), melhora a palatabilidade, aumenta a densidade da ração, reduz a contaminação microbiana devido a elevada temperatura, promovendo maior qualidade dos peletes devido a gelatinização do amido (McCRACKEN, 2002).

A qualidade dos peletes é de grande importância na nutrição de aves, e essa depende de diversos fatores, como a composição nutricional da dieta, a granulometria dos ingredientes, a qualidade dos equipamentos, temperatura e o tempo de condicionamento e a quantidade de umidade (MARAMATSU et al., 2015).

Frente a necessidade de novas estratégias nutricionais, pesquisas científicas se fazem de grande relevância para o setor, visando melhorar os processos de desempenho produtivo dos animais e a qualidade física dos peletes. Com isso, o uso de soja integral desativada (SID) pode vir a ser uma alternativa de ingrediente a ser incluído nas dietas de frangos de corte.

Devido ao exposto, este estudo avaliou a inclusão de soja integral desativada na dieta de frangos de corte sobre a qualidade física de peletes, o desempenho produtivo e o rendimento de carcaça e de cortes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AVICULTURA

A avicultura brasileira se destaca pelos elevados índices de produção, nos últimos anos o setor evoluiu significativamente. Um dos motivos por esses resultados é um aumento do consumo desta proteína, por apresentar custos mais baixos em relação as demais carnes (AVISITE, 2021). Além disso, parte deste desenvolvimento está atrelado a novas tecnologias, que proporcionam ganhos produtivos contínuos, maiores índices de conversão alimentar e novas estratégias nutricionais (PATRICIO et al., 2012).

O crescimento e a evolução do setor avícola no país e no mundo, também estão diretamente relacionados a pesquisa e desenvolvimento genético das aves. O setor foi responsável pelo desenvolvimento de linhagens híbridas, com contínuo aprimoramento em relação a conversão alimentar, ganho de peso e rendimento de carcaça mais rápido e com menores riscos sanitários (JESUS et al., 2007).

A produção de carne de frango no Brasil em 2021, alcançou um montante de 14,350 milhões de toneladas, um aumento de 3,5% em comparação ao ano de 2020, em que a produtividade atingiu 13,850 milhões de toneladas. A previsão é que no ano de 2022 essa produção chegue a 14,900 milhões de toneladas, um aumento de 4% em relação a 2021. Já o consumo per capita, em 2022 deve ser de aproximadamente 48 quilos, 2% a mais do que o ano de 2021, quando esse consumo foi de 46 quilos (ABPA, 2021).

Dentre as vantagens que a produção avícola expressa, o rápido ciclo produtivo, tornando uma proteína de fácil acesso e com custos menores em relação a outros tipos de carnes, proporciona aumento na demanda. Com isso, as cadeias produtivas passaram a abranger uma estrutura organizacional verticalizada, requerendo investimentos com infraestrutura, com recursos tecnológicos e uma gestão dos processos, com o propósito de maiores índices de produção (RECK e SCHULTZ, 2016).

A economia de alguns estados no país, está voltada principalmente a essa atividade, e muitos municípios dependem da avicultura e de plantas frigoríficas inseridas nas cidades para a subsistência dos munícipes, contribuindo também com a geração de empregos (ABPA, 2020).

Na década de 1920, a carne de frango já apresentava grande importância para a alimentação humana. No âmbito do agronegócio, a produção avícola foi um dos

primeiros setores a produzir em maior proporção, com o objetivo de atender as crescentes demandas da proteína no país. Em meados dos anos de 1950 e 1960 a atividade ganhou maior destaque no Brasil (FERREIRA, 2011).

A produção de frangos de corte pode ser compreendida em três níveis de evolução: em 1930 as aves eram abatidas com 105 dias de vida, em 1970 esse período reduziu para 49 dias, e em 2005 esse abate já era possível com 42 dias de idade (JESUS et al., 2007).

Verifica-se que, a conversão alimentar dos animais quase dobrou neste período, quando em 1930 cada ave precisava consumir 3,5 kg de ração para converter em 1 kg de carne, em 1970 a cada 2,15 kg de ração consumida convertia em um 1 kg de carne, já em 2005, quando as aves consumiam 1,8 kg e convertiam em 1 kg de carne. Com 1,5 kg as aves já eram classificadas como prontas para o abate em 1930, em 1970 esse peso era de 1,7 kg, e em 2005 esse peso subiu para 2,3 kg (JESUS et al., 2007).

Com isso, a biotecnologia surgiu com a finalidade de auxiliar no melhoramento das linhagens, proporcionando maior desempenho dos animais, favorecendo a produção de dietas com qualidade, resultando em melhor nutrição, benefícios na saúde animal e redução nos resíduos gerados durante o ciclo de produção (MELO et al., 2016). As linhagens passaram por pressão seletiva, visando rápido crescimento das aves, maior rendimento de carcaça e maior conversão alimentar (GHOLAMI et al., 2017). Pesquisas relacionadas a biotecnologia continuam sendo de grande importância para avanço no setor produtivo, visando proporcionar melhores resultados em relação a qualidade do produto final (ALVES et al., 2017).

2.2 SOJA

A soja pertence à família Fabaceae e ao gênero *Glycine*, dispõe de cerca de 15 espécies, porém, a espécie utilizada comercialmente é a *Glycine max* (REGINA, 2010). A soja cultivada atualmente é bem diferente das plantas cultivadas há alguns anos. Descoberta na China, no início eram caracterizadas como plantas rasteiras, porém, com o passar dos anos cruzamentos naturais entre duas espécies foram dando origem a novas espécies, no entanto, mais tarde essas plantas começaram a serem melhoradas por técnicas biotecnológicas (EMBRAPA SOJA, 2021).

O Brasil conta com um grande portfólio de cultivares, as quais podem ser escolhidas para o cultivo de acordo com a região edafoclimática, fazendo com que os índices de produção sejam cada vez melhores. Conta também, com programas de

melhoramento genético que favorecem o manejo e a produção da cultura (EMBRAPA SOJA, 2021).

No Brasil, a soja começou a despertar o interesse comercial na década de 60, quando o país começava a se destacar na produção de aves e suínos, e conseqüentemente a demandar grandes quantidades de farelo de soja (EMBRAPA, 2021). Com isso, o uso nas indústrias de ração para não ruminantes, impulsionou a produção da cultura, o interesse estava relacionado aos altos teores de proteína, aminoácidos e alta digestibilidade disponíveis neste alimento (VISSER, 2014; RAVINDRAN et al., 2014).

Essa leguminosa é considerada um ingrediente fundamental nas dietas de aves, compondo as rações na forma de farelo ou na forma de óleo (ERDAW et al., 2016). Os grãos possuem dois cotilédones (os quais possuem função de fonte nutricional de reserva e função fotossintética) e que representam 90% do peso, as cascas correspondem a 8%, e 2% constituem o hipocótilo e a plúmula. Nos cotilédones são encontradas as porções lipídicas, energéticas, proteicas, as enzimas (urease e lipoxigenase) e os fatores antinutricionais (NIKMARAM et al., 2017).

A soja contém altos níveis de proteína, lisina e outros aminoácidos (VALADARES FILHO et al., 2010) com altos índices de digestibilidade (RAVINDRAN et al., 2014). Após o processamento na indústria, obtém-se 73% de farinha, 19% de óleo, 7% de cascas e 1% de outros (VASCONCELOS et al., 2016).

O Brasil possui uma grande variedade de alimentos e subprodutos com potencial de uso na alimentação animal, sendo a soja um dos ingredientes mais demandados. Todavia, a composição nutricional pode variar, e essas variações podem ser atribuídas ao tipo de solo e as condições geográficas onde são cultivadas, ao plantio, a variedade das cultivares, a estrutura para armazenamento e o processamento dos grãos (NAGATA et al., 2004).

A soja integral é considerada uma importante fonte de matéria prima e apresenta vantagens econômicas na produção de ração para frangos de corte. Os grãos apresentam quantidade considerável de nutrientes, contendo proteínas, vitaminas, carboidratos, minerais e fibras alimentares. Porém, a biodisponibilidade dos nutrientes é considerada baixa, quando ingerido em sua forma integral ou bruta (NIKMARAM et al., 2017).

Essa oleaginosa contém fatores considerados antinutricionais, cuja função original é a de proteger os vegetais do ataque de fungos, bactérias e insetos Nunes et

al. (2001) e são responsáveis pelo arranjo estrutural e ser fonte de reserva de energia nos grãos (NAGASHIRO, 2007).

No entanto, esses fatores também causam efeitos negativos a nível intestinal, além de prejudicar a absorção de nutrientes podem alterar a conformação dos órgãos, a função fisiológica e a morfologia no decorrer do crescimento das aves Loman e Ju, (2016), impactam negativamente a disponibilidade de proteína e o desempenho das aves (ERDAW et al., 2017). Além disso, ocasiona um aumento no tempo de passagem do alimento pelo trato digestório (SCHOULTEN et al., 2003).

Devido a esses fatores antinutricionais, a soja integral não deve ser utilizada em dietas de monogástricos, sendo fundamental que previamente passe por processos térmicos para inativação ou redução destes fatores (NIKMARAM et al., 2017). Processos como a tostagem, a micronização, a extrusão, são os mais utilizados (FREITAS et al., 2005).

2.3 SOJA INTEGRAL DESATIVADA (SID)

Umas das técnicas de desativação dos fatores antinutricionais ocorre em reator com elevada temperatura, vapor, pressão e vácuo controlados, originando a soja integral desativada (SID), Carvalho et al. (2008), em sequência os grãos são resfriados, triturados e disponibilizados para o uso na alimentação animal (FREITAS 2005; BRUM et al., 2006).

Esses processos de inativação podem influenciar positivamente no desempenho produtivo dos animais Lima et al. (2016), aumentando a disponibilidade de proteína e, elevando a absorção de macronutrientes e micronutrientes pelo intestino delgado (ERDAWA et al., 2017). Além de proporcionar melhor aproveitamento dos alimentos, o processo desativa os inibidores de proteases e lectinas MATEUS et al., 2018).

Entretanto, a proteína contida nas sementes é considerada frágil em relação ao calor, sendo necessário um controle da temperatura durante o processo de desativação dos fatores antinutricionais (ROCHA et al., 2014). Por isso, após o processo térmico, a soja deve passar pelo controle de qualidade, para a comprovação de que a qualidade nutricional não foi afetada pela temperatura (COSTA et al., 2006).

Essa qualidade, pode ser medida por meio da quantificação da sua composição química e de proteínas por meio de análises de atividade da enzima uréase (YASOTHAI, 2016), ou por análises de proteína solúvel em KOH (ARABA e DALE, 1990). Quanto a atividade ureática, é classificado como um subprocessamento quando

o pH for maior que 0,3, quando for menor que 0,05 significa que ocorreu um superprocessamento (LIMA et al., 2011). De acordo com Berbenets et al. (2020), o ideal é que a atividade da urease não ultrapasse de 0,2. Já para proteína solúvel em KOH o ideal é que o resultado seja entre (70 a 85%), (ARABA e DALE, 1990). Na tabela 1 são apresentados os valores de pH para atividade ureática.

TABELA 1- Padrão de atividade ureática da soja e farelo.

Classificação	Atividade Ureática (pH)
Excelente	0,01 – 0,05
Boa	0,05 – 0,20
Regular	0,21 – 0,31
Deficiente	>0,30

Fonte: Compêndio de Alimentação Animal, 2005.

O uso de tecnologias com o propósito de reduzir a ação de compostos antinutricionais e favorecer a digestibilidade dos alimentos, auxiliando positivamente na produção de frangos de corte, pode ser umas das técnicas fundamentais na avicultura (OPALINSKI et al., 2010). Devido a isso é de grande valia estudos que ajudem compreender as propriedades dos alimentos e como podem ser utilizadas a favor no setor de nutrição animal (EMBRAPA, 2021).

2.4 DIETAS PELETIZADAS

A peletização consiste em transformar a ração farelada em peletes (SELLE et al., 2018). É o processo de aglomeração de ingredientes ou a mistura destes, o produto final apresenta característica cilíndrica, a qual é designado pelete. Essa aglomeração dos ingredientes, ocorre por meio de processo térmico e mecânico, com umidade e pressão Massuquetto e Maiorka (2015), que alteram na ração no aspecto físico, químico ou microbiológico (SELLE et al., 2018).

No processo de peletização, a ração em forma de farelo na peletizadora passa pelo condicionador onde é submetido a vapor e alta pressão, em sequência é empurrado pela matriz originando os peletes (MORES et al., 2020).

A peletização é um processo muito utilizado na indústria de ração animal, em razão de diversas vantagens, como uma maior qualidade microbiológica, redução no

desperdício da ração, melhora o consumo pelas aves, promove um aumento na densidade e uma melhor fluidez da ração nos silos (BEHNKE, 2005).

O processo de peletização ocorre em temperatura entre 40 a 95 °C, a umidade por meio de vapor e a fricção da ração proporcionam a alteração na estrutura das proteínas e carboidratos (KLEIN, 2009). Após o processo de calor e umidade na peletizadora, a ração passa pela matriz onde é compactada por rolos compressores que comprimem a ração por meio dos furos do anel, depois da passagem, são cortadas por facas ajustáveis de acordo com o tamanho do peletes desejado (FUCILLINI e VEIGA, 2014).

Os peletes prontos passam pelo processo de resfriamento, para evitar problemas sanitários, como contaminação por microrganismos (FUCILLINI e VEIGA, 2014). Com isso, ocorre um rearranjo das cadeias de amilose e amilopectina, que são separadas durante o processo de gelatinização, ocasionado uma recristalização, esse procedimento é denominado de retrogradação, estabelecendo ligações de digestão enzimática mais complexa Wang, (2015), e absorção dos nutrientes, principalmente dos carboidratos (SELLE et al., 2018).

O processo de retrogradação é contínuo, compreende a recristalização inicial de moléculas de amilose e em sequência ocorre uma cristalização de moléculas de amilopectina. A retrogradação da amilose define a dureza do amido a viscosidade e digestibilidade dos alimentos (WANG 2015).

2.5 EFEITOS DA PELETIZAÇÃO DAS RAÇÕES NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

Dietas peletizadas proporcionam melhores resultados para desempenho das aves quando comparadas a dietas fareladas (ABDOLLAHI et al., 2013). Favorecem o consumo de ração, devido à facilidade de apreensão do alimento pelas aves Meinerz et al. (2001), e com isso o consumo é maior McKinney e Teeter, (2004), aumentando o ganho de peso corporal das aves Morel et al. (2001), além de melhorar a palatabilidade, a digestibilidade e a destruição dos organismos patogênicos (LECZNIESKI, 1997).

A peletização reduz o desperdício em 18% em comparação a dietas fareladas, essa redução ocorre devido uma agregação maior das partículas, impedindo a separação, seleção ou consumo dos ingredientes de maior preferência pelas aves (GADZIRAYI et al., 2006).

De acordo com McCracken (2002), a peletização contribui com o aumento da densidade da ração, o que possibilita a redução de espaços para armazenamento e custos com transportes. Além do mais, rações peletizadas tendem a reduzir as porções de finos o que melhora os resultados em relação a consumo e desempenho.

Em estudos com frango de corte, Mckinney e Teeter (2004), utilizando rações com distintas proporções de peletes, íntegros e finos (100% peletizada, 80% peletizada, 60% peletizada, 40% peletizada, 20% peletizada, e farelada), e observaram que houve aumento na frequência de descanso e efetividade calórica, devido as aves demandarem menor tempo para o consumo das rações peletizadas.

A forma física da ração e o tamanho das partículas, interferem na velocidade de passagem do alimento no trato gastrointestinal (MACARI et al., 1994). Rações fareladas e com granulometria fina, promovem uma redução no consumo, e dessa forma o ganho de peso não é tão eficiente. No entanto, rações com granulometria maior e peletizadas, proporcionam velocidade de passagem reduzida, proporcionam melhor absorção e com isso melhores resultados para ganho de peso (NIR et al., 1994). Embora a peletização proporcione diversos benefícios, corresponde a maior parte dos custos de operação e elevado consumo de energia elétrica (BIAGI, 1990).

2.6 FATORES QUE INFLUENCIAM NA QUALIDADE DE PELETES

A qualidade física dos peletes é classificada como o potencial que os peletes possuem de resistir quando submetidos a forças de fragmentação (impactos, atritos, compressões), resultantes dos sistemas de armazenamento e transporte nas fábricas e o percurso da fábrica até a granja (CAVALCANTI e BEHNKE, 2005).

O principal objetivo é que a ração chegue até aos animais com a menor porção de finos e os peletes os mais íntegros possíveis. Essa qualidade geralmente é determinada pelas análises de dureza de peletes e pelo índice de durabilidade de peletes (PDI), (AMERAH et al., 2007). A qualidade de peletes está relacionada a alguns fatores, como a composição da dieta, a qualidade dos ingredientes, os equipamentos utilizados na peletização e a condução de todo processo (FRANKE e REY, 2006).

De acordo com Fahrenholz (2012), o tamanho das partículas dos alimentos está diretamente relacionado a qualidade dos peletes, partículas menores acarretam uma maior área superficial, o que resulta um aumento no número de pontos de contato entre as partículas, resultando em um aumento nas forças de adesão interatômicas (força de Van der Waals, pontes de hidrogênio, dipolo-dipolo), potencializando a inserção de

umidade e de calor até o centro das partículas da ração (BEHNKE, 2005; CALIFORNIA PELLET MILL CO., 2012).

A temperatura e a umidade durante a peletização, podem influenciar o processo de gelatinização de amido, alterando as propriedades funcionais do amido, originando peletes mais frágeis e quebradiços (THOMAS et al., 1998). A inclusão de óleo e gordura, quando em excesso nas dietas, também pode afetar a qualidade de peletes, Miranda (2011), maiores índices podem resultar em peletes que se quebram mais facilmente, ocasionando maiores porções de finos (MORITZ e TRAMONTE, 2006).

No que se refere aos equipamentos, a peletizadora também pode interferir na qualidade dos peletes, principalmente quanto a taxa de compreensão da matriz da prensa e a distância do rolo e da matriz da prensa (COLOVIC et al., 2010). Além dos motivos citados, a quebra e deteriorização dos peletes, pode ocorrer por atritos e abrasões, e caso os peletes não sejam de boa qualidade essa quebra pode ocorrer mais facilmente, suprimindo os efeitos da peletização (ZUNIGA, 2012).

2.7 PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE PELETES

2.7.1 Comprimento de Peletes

A qualidade de peletes, pode ser mensurada por várias análises. Uma delas é por meio da medida do peletes, obtendo-se o comprimento dos peletes. O fornecimento de uma ração com peletes mais compridos proporciona menor gasto energético para a apreensão do alimento pelas aves, o que possibilita uma maior energia produtiva, quando comparada a aves alimentadas com peletes de menores comprimentos (CUTLIP et al., 2008).

A parte mais sensível de um pelete é a área de quebra, decorrente do corte na peletizadora, que ocorre em frações cilíndricas. A quantidade dessas quebras está diretamente relacionada ao comprimento dos peletes e a porção de finos nas rações (LÖWE, 2005). De acordo com Abdollahi e Ravindran (2013), peletes mais compridos possibilitam melhores resultados de PDI, e proporcionam melhor desempenho de aves.

2.7.2 Dureza de Peletes

A dureza de peletes pode influenciar no desempenho animal, podem proporcionar uma melhor conversão alimentar, maior ganho de peso, redução de

desperdícios e menor porcentagem de finos devido a melhor apreensão do alimento (ABDOLLAHI, 2011). As análises de dureza, consiste na força necessária para a quebra do pelete lateralmente, sendo expresso em kg/f.

As composições das dietas e a qualidade dos ingredientes podem influenciar nas análises de dureza de peletes (THOMAS et al., 1998). A inclusão de óleos e gorduras nas dietas pode influenciar positivamente na dureza de peletes, porém, a adição deste ingrediente em elevadas quantidades acarreta um encapsulamento parcial das partículas da ração, impossibilitando a penetração de vapor e umidade, reduzindo a gelatinização do amido, originando peletes mais frágeis e quebradiços (FAHRENHOZ, 2012).

2.7.3 Porcentagem de Finos

Em rações peletizadas, os finos são a fração que fragmentou dos peletes iniciais, que podem ser originados em algum dos estágios do processo de peletização, no transporte ou ainda na manipulação das dietas nas granjas. Uma alta quantidade de finos, representa uma baixa qualidade dos peletes, ocasionando efeitos negativos na conversão alimentar e também no consumo das dietas, pois gera perdas da ração (KENNY e ROLLINS, 2008).

O excesso de finos em rações para frangos de corte pode afetar os benefícios da peletização (MEURER et al., 2008), tendo em vista que, as porções de finos estão associadas negativamente com o índice de durabilidade dos peletes (PDI) (KENNY; ROLLINS, 2008).

2.7.4 Índice de Durabilidade de Peletes (PDI)

O índice de durabilidade de peletes é determinado por um teste no qual a ração é submetida a um misturador por um tempo estabelecido, o qual simula a manipulação e o transporte da ração (BEYER, 2000). Os testes de PDI são fundamentais para a determinação da porcentagem dos peletes que continuam intactos após atritos por agitação mecânica ou pneumática. A maior durabilidade representa que os peletes possivelmente permanecerão intactos até o momento do fornecimento aos animais (BEHNKE e BEYER, 2002).

O PDI, influência diretamente no desempenho animal, como na conversão alimentar, ganho de peso, e na relação custo-benefício das dietas, pelo aumento da

densidade dos nutrientes, reduz o desperdício e a porcentagem de finos (ABDOLLAHI, 2011).

Ingredientes na forma crua e com elevados índices de fibras insolúveis, estão relacionados a resultados de durabilidade de peletes inferiores, assim como também o superaquecimento dos grãos durante o processamento (LARBIER e LECLERCQ, 1994).

De acordo com Cutlip et al. (2008), peletes com valores de PDI entre 80 a 90% são considerados com melhor qualidade, e um aumento de 4% para este parâmetro já pode favorecer significativamente o desempenho das aves.

2.7.5 Ângulo de Repouso

O ângulo de repouso é determinado pelo valor de inclinação da medida na base do material sólido após o escoamento (SCHULZE, 2007). De acordo com Miura et al. (1997) é determinado pelo maior ângulo de inclinação, estabelecido pela queda lenta do material. Quando o material é despejado sobre a superfície plana, é formado uma pilha cônica e o ângulo de repouso é definido em relação a altura inclina e a base do cone (CHUKWU e AKANDE, 2007). Os resultados de ângulo de repouso influenciam na capacidade estática de um silo, e na capacidade de armazenamento para o transporte. Quanto maior o ângulo de repouso, maior será o volume provável de armazenamento nos silos e nos caminhões de transporte. No entanto, quanto menor o ângulo de repouso dos peletes, maior será a fluidez de escoamento do alimento dentro do silo e dentro dos caminhões de transporte, possibilitando menor espaço de armazenamento (PUZZI, 2000).

Os principais métodos utilizados para determinar o ângulo de repouso são o método do plano inclinado, método de funil fixo, método de cilindro / tambor rotatório, método de cilindro oco, método do cilindro inclinado (BEAKAWI e BAGHABRA 2018).

2.7.6 Densidade de Peletes

A densidade de peletes é medida por equipamento para determinação de peso hectolítrico, e seu resultado é expresso em kg/m^3 . Maior densidade da ração reduzem a demanda por espaços de armazenamentos e custos com o transporte, peletes menos densos demandam maior espaço de armazenamento (KLEIN, 2009).

2.8 DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE

Com o propósito de garantir maiores resultados no desempenho produtivo de frangos de corte, é fundamental o manejo adequado, desde o recebimento dos pintinhos no aviário, até o carregamento das aves para o abate (CARVALHO, 2009).

Um indicador indireto de desempenho de frangos de corte é a taxa de conversão alimentar, que é estabelecido pela razão de consumo de ração sobre o ganho de peso das aves (TAVÁREZ e SOLIS DE LOS SANTOS, 2016). De acordo com Maia, Teixeira e Pessoa (2010), o desempenho dos animais é definido por avaliações dos resultados de conversão alimentar, ganho de peso e a taxa de mortalidade das aves.

Fatores como idade, sexo, linhagem, densidade de alojamento, temperatura ambiente, granulometria, forma física e o processamento da ração, influenciam diretamente no desempenho das aves (OPALINSKI et al., 2010).

A peletização é um processo bastante utilizado na alimentação de frangos de corte, com potencial de melhorar o desempenho das aves (DOZIER et al., 2010). Dietas peletizadas, proporcionam melhores taxas de conversão alimentar (FLUTURA, 2012). Da mesma forma, Massuquetto et al. (2018), demonstram que dietas peletizadas melhoraram o desempenho zootécnico de frangos de corte.

2.9 RENDIMENTOS DE CARCAÇA E CORTES

O rendimento de carcaça e o rendimento de cortes são informações importantes para auxiliar na produção de frangos de corte. Esses resultados podem ser influenciados pela seleção da linhagem, sexo das aves e a idade de abate. As escolhas devem ser feitas conforme as exigências do mercado e dos consumidores, e que muitas vezes priorizam aves com maior rendimento de cortes nobres, por exemplo, peito, coxa e sobrecoxa (HELLMEISTER FILHO, 2002).

A idade de abate pode interferir nos resultados de rendimento de carcaça, em razão de diferenças na curva de crescimento dos órgãos e tecidos. Em relação ao sexo, aves machos evidenciam taxas de crescimento maiores em comparação a fêmeas Souza, (2004), e geralmente são abatidos com menor idade, pois apresentam maior peso, rendimento de carcaça e maior peso de peito, contudo, o rendimento dos demais cortes é melhor para fêmeas Olmos, (2008), tendo em vista que, as fêmeas demonstram taxas de engorda maiores (ZANUSSO e DIONELLO, 2003).

Em experimentos com linhagens e idades diferentes de abate (70 e 84 dias), os autores observaram maior peso de abate, carcaça e rendimentos para machos, não influenciando a linhagem, porém, para rendimento de carcaça não houve influência em relação ao sexo (GRASHORN e CLOSTERMANN, 2002).

Estudo com três genótipos com crescimento (lento, médio e rápido), aves com crescimento rápido demonstraram maior rendimento de carcaça e peito, em contrapartida, aves com crescimento lento apresentaram maiores rendimentos de coxas (FANATICO et al., 2005).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração que a alimentação das aves acarreta custos elevados, chegando a 70% em relação as despesas totais durante o ciclo de produção, estratégias envolvendo novos estudos a fim de contribuir com a otimização de melhores resultados e redução de custos são de grande importância para o setor.

Apesar da relevância que a nutrição de frangos de corte apresenta ao setor, ainda são poucos estudos que abordem os benefícios do uso da SID na alimentação de aves. Devido do exposto, essa pesquisa foi realizada com o propósito de avaliar os resultados quanto a qualidade física dos peletes o desempenho produtivo dos animais, e o rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte alimentados com dietas com níveis crescentes de SID.

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que a SID pode ser incluída na dieta de frangos de corte sem prejudicar o desempenho das aves.

4. REFERÊNCIAS

- ABDOLLAHI, M. R.; RAVINDRAN, V.; SVIHUS, B. Influence of grain type and feed form on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of nitrogen, starch, fat, calcium and phosphorus in broiler starters. **Animal Feed Science and Technology**, v. 186, p. 193-203, 2013.
- ABDOLLAHI, M. R. **Influence of feed processing on the performance, nutrient utilisation and gut development of poultry and feed quality**. Massey University, Palmerston North, New Zealand. Tese de Doutorado. 2011.
- ALVES, M. G. M.; DE FREITAS ALBUQUERQUE, L.; BATISTA, A. S. M. Qualidade da carne de frangos de corte. **Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, v. 17, n. 2, 2017.
- AMERAH, A. M., RAVINDRAN, V., LENTLE, R. G., THOMAS, D. G., Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. **World's Poultry Science Journal**. v. 63, p. 439 – 455, 2007.
- ANDRÉS, J. J. L.; LASSERRE, A. A. A.; MENDOZA, L. F. M.; PANTEL, C. A.; GALLARDO J. R. P.; CONTRERAS, J. O. R. Environmental impact assessment of chicken meat production via an integrated methodology based on LCA, simulation and genetic algorithms. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 477-491, 2018.
- ARABA, M.; DALE, N.M. Evaluation of KOH solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. **Poultry Science**, v.69, p.76-83, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). Estatística do setor. (2020). Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf>. Acesso em: 12 de julho de 2021.
- BEAKAWI AL-HASHEMI, H. M.; BAGHABRAAL-AMOUDI, O. S. A review on the angle of repose of granular materials. **Powder Technology**, v. 330, p. 397–417, 2018.
- BEHNKE, K. C. **The Art (Science) of Pelleting**. American Soybean Association. May 23 – June 10, 2005.
- BEHNKE, K. C.; BEYER, R. S. Effect of feed processing on broiler performance. VIII. **International Seminar on Poultry Production and Pathology**, 2002.
- BERBENETS, O., PUGACH, A., LEBEDENKO, O. Aspectos econômicos do uso da soja extrusada na pecuária e aves. **Journal Agriculture Science**, v. 26, n. 5, p. 1034-1040, 2020
- BIAGI, J. D. Tecnologia da peletização da ração. In: Simpósio do colégio brasileiro de nutrição animal, 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.37-59, 1990.

BRUM, P. A. R.; LIMA, G. J. M. M.; ÁVILA, V. S.; ARDIGÓ, M. L. R. Características Nutricionais da Soja Desativada por Diferentes Processos Térmicos para Alimentação de Frangos de Corte. **Comunicado Técnico**. Concórdia, 2006.

CALIFORNIA PELLET MILL CO. The pelleting process. (2012). Disponível em: <<http://ww1.prweb.com/prfiles/2012/01/09/9090113/Animal%20Feed%20Pelleting>> Acesso em: 29 de outubro de 2021.

CARVALHO D. C. D. O.; ALBINO, L. F. T.; VARGAS JUNIOR J. G. D.; TOLEDO, R. S.; OLIVEIRA, J. E. D.; SOUZA, R. M. D. Coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e valores de aminoácidos digestíveis do milho submetido a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 850-856, 2009.

CARVALHO, A. Á., ZANELLA, I.; LEHNEN, C.; ANDRETTA, I.; LANFERDINI, E.; HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P. A. Digestibilidade aparente de dietas e metabolismo de frangos de corte alimentados com dietas contendo soja integral processada. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 477-483, 2008.

CARVALHO, J. C. C. Desempenho e características de carcaças de frango de corte alimentados com dieta a base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, 2009.

CAVALCANTI, W. B., BEHNKE, K. C. Effect of Composition of Feed Model Systems on Pellet Quality: A Mixture Experimental Approach. **Cereal Chemistry**, v. 82, n. 4, p. 462–467, 2005.

CHUKWU, O.; AKANDE, F. B. Development of an apparatus for measuring angle of repose of granular materials. **International Journal of Applied Engineering and Technology**, v. 4, p. 62-66, 2007.

COLOVIC, R., VUKMIROVIC, D., MATULAITIS, R., BLIZNIKAS, S., UCHOCKIS, V., JUSKIENE, V., LEVIC. **Journal Food and Feed Research**, n. 1, p. 1-6. 2010.

COLOVIC, R.; VUKMIROVIC, D.; MATULAITIS, R.; BLIZNIKAS, S.; UCHOCKIS, V.; JUSKIENE, V.; LEVIC, J. Effect of die channel press way length on physical quality of pelleted cattle feed. **Journal of Institute for Food Technology**, v. 37, p.1-6, 2010.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: Sindirações, p. 204, 2005.

COSTA, F. G. P.; OLIVEIRA, F. N.; SILVA, J. H. V.; NASCIMENTO, G. A. J.; AMARANTE JÚNIOR, V. S.; BARROS, L. R. Desempenho de pintos de corte alimentados com rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2006.

CUTLIP, S. E.; HOTT, J. M.; BUCHANAN, N. P.; RACK, A. L.; LATSHAW, J. D.; MORITZ, J. S. The effect of steam-conditioning practices on pellet quality and growing broiler nutritional value. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 17, p. 249-261. 2008.

DOZIER, W. A.; BEHNKE, K. C.; GEHRING, C. K.; BRANTON, S. L. Effects of feed form on growth performance and processing yields of broiler chickens during a 42- day production period. **Journal Applied Poultry Research**, v.19, p.219–226, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (EMBRAPA). (2021). Custos de produção de suínos e de frangos de corte caem pela primeira vez em 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/60857212/custos-de-producao-de-suinos-e-de-frangos-de-corte-caem-pela-primeira-vez-em-2021>>. Acesso em: 21/06/2021.

ERDAW, M. M.; PEREZ-MALDONADO, R. A.; BHUIYAN, M.; IJI, P. A. Partial replacement of commercial soybean meal with raw, full-fat soybean meal supplemented with varying levels of protease in diets of broiler chickens. **South African Journal of Animal Science**, v. 47, n. 1, p. 61-71, 2017.

ERDAW, M. M.; PEREZ-MALDONADO, R. A.; BHUIYAN, M.; IJI, P. A. Physicochemical properties and enzymatic in vitro nutrient digestibility of full-fat soybean meal. **Journal Food Agriculture Environ**, v. 14, n. 14, p. 85 – 91, 2016.

FAHRENHOLZ, A.C. **Evaluating factors affecting pellet durability and energy consumption in a pilot feed mill and comparing methods for evaluating pellet durability**. 66p. Dissertação de mestrado. Kansas State University, Kansas, 2012.

FANATICO, A. C.; CAVITT, L. C.; PILLAI, P. B.; EMMERT, J. L.; OWENS, C. M. Evaluation of slower-growing broiler genotype grown with and without outdoor access: meat Quality. **Poultry Science**, v. 84, p. 1785-1790, 2005.

FERREIRA C. B.; GERALDO, A.; VIEIRA FILHO, J. A.; BRITO J. A. G.; BERTECHINI, A. G.; PINHEIRO, S. R. F. Associação de carboidrases e fitase em dietas valorizadas e seus efeitos sobre desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras leves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n.1, p. 249-254, 2015.

FERREIRA, M. A saga da avicultura brasileira: como o Brasil se tornou o maior exportador mundial de carne de frango. Rio de Janeiro: Agência Brasileira de Promoção de Exportação e Investimentos, p. 124, 2011.

FRANKE, M.; REY, A. **Improving pellet quality and efficiency**. *Feed Tech*, v. 10, n. 3. 2006.

FREITAS, E. R; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; SANTOS, A. L.; FERNANDES, J. B K. Efeito do processamento da soja integral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1938-1949, 2005.

FUCILLINI, D. G.; VEIGA, C. H. A. Controle da capacidade produtiva de uma fábrica de rações e concentrados: um estudo de caso. Custos e @gronegocio on line, v. 10, n. 4, p. 221- 240, 2014. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numro4v10/OK%2011%20racoes.pdf>> Acesso em: 27 março de 2022.

GADZIRAYI, C. T.; MUTANDWA, E.; CHIHIYA, J.; MLAMBO, R. A. Comparative Economic Analysis of Mash and Pelleted Feed in Broiler Production under Deep Litter Housing System. **International Journal of Poultry Science**, v.7, p.629-631, 2006.

GHOLAMI, M.; SEIDAVI, A.; SHEA, C. J. O.; AKTER, Y.; DADASHBEIKI, M. Feeding regimen of breeder broiler hen in fl uences growth performance of the broiler chickens. **Livest Sci**, v. 203, n. 132–135, 2017.

GRASHORN, M. A.; CLOSTERMANN, G. Performance and slaughter characteristics of broiler breeds for extensive production. **Arch. Geflügelk**, v. 66, n. 4, p. 173-181, 2002.

HELLMEISTER FILHO, P. **Efeitos de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frango tipo caipira**. 77 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

JESUS, J. R, C.; PAULA, S. R. L.; ORMOND, J. G. P.; BRAGA, N. M. A cadeia de carne de frango: tensões, desafios e oportunidades. **BNDES setorial**, n.26. 2007.

KENNY, M.; ROLLINS D. A. Qualidade Física da Ração. Aviagen Brasil Tecnologia. **Informativo Técnico**. 2008.

KLEIN A. A. Peletização de Rações: Aspectos Técnicos, Custos e Benefícios e Inovações Tecnológicas. Boletim técnico. Engormix. 2009. Disponível em: <https://pt.engormix.com/balanceados/artigos/peletizacao-racoes-aspectos-tecnicost36785.htm>. Acesso em 22 de setembro de 2021.

KLEIN, A.A. Peletização de rações: Aspectos técnicos, custos e benefícios e inovações tecnológicas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FACTA, 2009. p.173-193.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. Nutrition and feeding of poultry. Nottingham: Nottingham University Press, p. 305, 1994.

LECZNIESKI, J. L. **Efeito da forma física e do nível de energia da ração sobre o desempenho, a composição de carcaça, a utilização e a retenção da energia líquida de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade**, 1997. 108f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

LEITE, P.; MENDES, F.; LUZIA, M.; PEREIRA, R.; LACERA, M. Limitações da utilização da soja integral e farelo de soja na nutrição de frangos de corte. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 8. p. 1138-1157, 2012.

LIMA, M. R.; MORAIS, S. A. N.; COSTA, F. G. P.; PINHEIRO, S. G.; DANTAS, L. S.; CAVALCANTE, L. E. Atividade ureática. **Nutritime**, v.8. n. 05, p. 1606 – 1612, 2011.

LOMAN, A. A.; JU, L. K. Optimization of enzymatic process condition for protein enrichment, sugar recovery and digestibility improvement of soy flour. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 93, n. 8, p. 1063-1073, 2016.

LÖWE, R. Julgando a estabilidade do pellet como parte da qualidade do pellet. **Tecnologia de alimentação**, v. 9, p. 15-19, 2005.

MAIA, R.; TEIXEIRA, L.; PESSOA, G. Aprenda mais sobre avicultura - Portal Suínos e Aves, 2010. Disponível em <<https://www.portalsuinoeaves.com.br/aprenda-mais-sobre-avicultura-frango-de-corte-com-os-professores-do-cpt-cursos-presenciais/>>. Acesso em 07 de abril de 2022.

MACARI, M.; FURLAN L.F.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: **FUNESP/UNESP**. p. 296, 1994.

MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; PENZ JR, A. M., KESSLER, A. M. Diets formulated on total or digestible amino acid basis with different energy levels and physical form on broiler performance. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.7, p.47–50, 2005.

MARAMATSU, K.; MASSUQUETTO, A.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A. Factors that Affect Pellet Quality: A Review. **Journal of Agricultural Science and Technology**, n. 5, p. 717 – 722, 2015.

MASSUQUETTO, A.; DURAU, J. F.; SCHRAMM, V. G.; TEIXEIRA NETTO, M. V.; KRABBE, E. L.; MAIORKA, A. Influence of feed form and conditioning time on pellet quality, performance and ileal nutrient digestibility in broilers. **Journal Applied of Poultry Research**, v.27, p. 51-58, 2018.

MASSUQUETTO, A.; MAIORKA, A. Atualização sobre o efeito da peletização em linhagens modernas de frango de corte. In: **CONGRESSO SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS**, São Pedro/SP, 2015.

MATEUS, R. G.; PEREIRA, L. C; JADOSKI, C. J.; GUILHERME, D.; ALVES, R. T. B. Composição químico- -bromatológica de diferentes subprodutos da soja. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.11, n.1, p.79-85, 2018.

MCCRACKEN, K.J. Effects of physical processing on the nutritive value of poultry diets. In: MCNAB, J.M.; BOORMAN, K.W. **Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value**, p. 301-316, 2002

McKINNEY, L. J.; TEETER, R. G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. pellet quality and II. prediction of consequential formulation dead zones. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 1165-1174, 2004.

MEINERZ, C.; RIBEIRO, A. M. L.; PENZ JR. A. M.; KESSLER, A. M. **Níveis de energia e peletização no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte com oferta alimentar equalizada**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 30, p. 2026-2032, 2001.

MELO. A. S.; FIGUEIRÊDO. L. C.; ARRUDA. A. M. V.; FERNANDES. T. V.; MARINHO. J. B. M.; FILHO. C. A. S.; SOUZA. A. O. V.; OLIVEIRA, V. R. M. Aplicações biotecnológicas na avicultura: uma abordagem dos alimentos nutritivos convencionais. **PUBVET**. v. 10, n. 3, p.235-243, 2016.

MEURER, R.P.; FÁVERO, A.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A. Avaliação de rações peletizadas para frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**; v. 1, p. 229-240; 2008.

MIRANDA D. J. A. **Efeito da granulometria do milho e do valor de energia metabolizável em rações peletizadas para frango de corte**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MIURA, K.; MAEDA, K.; TOKI, S. Method of Measurement for the Angle of Repose of Sands. **Japanese Geotechnical Society**, v. 37, n. 2, p. 89-96, 1997.

MOREL, P. C. H.; TIMMERS, J. A.; DE WIT, T. A. T. H., WOOD, G. R.; SHERRIFF, R.; CAMDEN, B. J.; THOMAS, D. V.; RAVINDRAN, V. Prediction of feed intake in modern broilers. Proceedings of the Australian **Poultry Science Symposium**, v.13, p.152–155, 2001.

MORES, I. C. V.; MARAMATSU, K.; MAIORKA, A.; ORLANDO, U. A. D.; SILVA, J. M. S. S.; PAULO, L. M.; GOUVEIA, A. B. V. S.; SILVA, W. J.; SOUSA, MINAFRA, C. S.; MINAFRA, C. S. Pelleting on the Nutritional Quality of Broiler Feeds. *Journal of Agricultural Studies*, v. 8, n. 3, 2020.

MORITZ, B.; TRAMONTE, V. L. C. Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, v.19, n.2, p.265-273, 2006.

NAGASHIRO, C. Enzimas na nutrição de aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, p. 309-327, 2007.

NAGATA, A. K.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T. Energia metabolizável de alguns alimentos energéticos para frangos de corte determinada por ensaios metabólicos e por equações de predição. **Ciência Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, 668–677, 2004.

NIKMARAM, N.; LEONG, S. Y.; KOUBAA, M.; ZHU, Z.; BARBA, F. J.; GREINER, R.; OEY, I.; ROOHINEJAD, S. Effect of extrusion on the anti-nutritional factors of food products: An overview. **Food Control**, v.79, p. 62 – 73, 2017.

NIR, I.; HILLEL, R.; SHEFET, G.; NITSAN, Z. Effect of grain particle size performance Grain texture interactions. **Poultry Science**, v.73, p. 781-791, 1994.

NIR, I. Resposta de frangos de corte à estrutura alimentar: ingestão de alimentos e trato gastrointestinal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA. p.49-68, 1998.

NUNES R. V.; BROCH J.; POLESE C.; EYNG C.; POZZA P. C. Avaliação nutricional e energética da soja integral desativada para aves. **Revista Caatinga**, v. 28 p. 143-151, 2015.

OLMOS, A. R. **Respostas de frangos de corte fêmeas de duas linhagens a dietas de diferentes perfis protéicos**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2008.

OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F.; ROCHA, C.; BORGES, A. S. Adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada melhora desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 40, n. 3, p. 628-632, 2010.

PATRICIO, I. S.; MENDES, A. A.; RAMOS, A. A.; PEREIRA, D.F. Overview on the performance of Brazilian broilers (1990 to 2009). **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 14, p. 233-238, 2012.

PORTAL DA AVICULTURA (AVISITE). Com pandemia e China, consumo de carne no Brasil cai ao menor nível em 25 anos. (2021). Disponível em: <<https://www.avisite.com.br/index.php?page=noticias&id=24112>>. Acesso em: 10 de junho de 2021.

PUZZI, D. Abastecimento e armazenamento de grãos. Campinas: ICEA, p. 604, 2000.

RAVINDRAN, V.; ABDOLLAHI, M. R.; BOOTWALLA, S. M. Análise de nutrientes, energia metabolizável, e aminoácidos digestíveis de farinhas de soja de diferentes origens para frangos de corte. **Poultry Science**, v. 93, p. 2567-2577, 2014.

RECK, A. B., SCHULTZ, G. Aplicação da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão no Relacionamento Interorganizacional na Cadeia da Avicultura de Corte. **Revista Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 4, p. 709-728, 2017.

REGINA, R. Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos. São Paulo: **Fundação Cargill**, p. 413, 2010.

ROCHA, C.; DURAU, J. F.; BARRILLI, L. N. E.; DAHLKE, F.; MAIORKA, P. C.; MAIORKA, A. The effect of raw and roasted soybeans on intestinal health, diet digestibility, and pancreas weight of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 23, n. 1, p. 71-79, 2014.

SCHULZE, D. Powders and Bulk solids: behavior, characterization, storage and Flow. Germany, **Springer**, 2007.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; CONTE, A. J.; SILVA, H. O. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência Agropecuária**, v. 27, n. 6, p. 1380-1387, 2003.

SELLE P. H.; MOSS A. F.; TRUONG H. H. KHODDAMI A.; CADOGAN D. J.; GODWIN I. D, LIU, S. Y. Sorghum as a feed grain for Australian chicken-meat production. **Animal Nutrition**, v. 4, p. 17–30, 2018.

SOUZA, X. R. **Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistemas de produção caipira e convencional**. Tese (Doutorado em Ciências dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004.

TAVÁREZ, M. A.; SOLIS DE LOS SANTOS, F. Impact of genetics and breeding on broiler production performance: a look into the past, present, and future of the industry. **Animal Frontiers**, v. 6, n. 4, p. 37–41, 2016.

THOMAS, M.; VAN VLIET, T. J.; VAN DER POEL, A. F. B. Physical quality of pelleted animal feed. 3. contribution of feedstuffs components. **Animal Feed Science and Technology**, v. 70. p. 59-78, 1998.

VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, P. V. R. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR CORTE, p. 193, 2010.

VASCONCELOS, A.M.D.; DIAS, M.; NASCIMENTO, V. A.; ROGÉRIO, M. C. P.; FAÇANHA, D. A. E. Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal dos grãos de soja crus e tostados em bovinos leiteiros. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**; v. 17p. 744-752. 2016.

VISSER, C. L. M.; SCHREUDER, R.; STODDARD F. A dependência da UE da importação de soja para a indústria de alimentação animal e potencial para alternativas produzidas na UE. **Corps Gras Li**, v. 21, D407, 2014.

WANG, S.; LI, C.; COPELAND, L.; NIU, Q.; WANG, S. Starch retrogradation: A comprehensive review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v.14 n. 5, p. 568-585, 2015.

YASOTHAI, R. Antinutritional factors in soybean meal and its deactivation. **International Journal of Science, Environment and Technology**, v. 5, n. 6, p. 3793-3797, 2016.

ZANUSSO, J. T.; DIONELLO, N. J. L. Produção avícola alternativa – análise dos fatores qualitativos da carne de frangos de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 3, p. 191-194. 2003.

ZUNIGA, R.; PEREZ, E. Measuring physical quality of peletes and extrudates: a material science approach. CIEN Austral (Center for Nutritional Research). 2012. Disponível em: <http://www.cienaustral.cl/wpcontent/uploads/2011/11/rzuniga_vicam1.pdf> Disponível. Acesso em setembro de 2022.

CAPÍTULO II – EFEITO DE NÍVEIS CRESCENTES DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA NA QUALIDADE FÍSICA DE PELETES

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do uso de níveis crescente de soja integral desativada (SID) em rações produzidas para a fase crescimento e final de frangos de corte sobre a qualidade física de peletes. As dietas foram produzidas a base de milho, farelo de soja e os tratamentos diferiram com níveis crescentes de SID (0, 10, 20, 30 e 40%). Após a peletização das dietas, foram coletadas amostras para avaliação de comprimento de peletes, dureza, índice de durabilidade de peletes (PDI), porcentagem de finos, ângulo de repouso e densidade de peletes. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (*Shapiro Wilk*), em seguida submetidos à análise de variância (ANOVA), e se significativo, as médias comparadas pelo teste de *Tukey* ($P < 0,05$), e no caso de efeitos foram submetidos a análises de regressão quadrática. As inclusões de SID nas dietas para a fase crescimento, proporcionaram maior comprimento de peletes, maior dureza, melhor PDI e menor porcentagem de finos, porém, dietas sem inclusão e com a menor porcentagem de SID apresentaram menor ângulo de repouso ($P < 0,001$). Para densidade não houve efeito do ingrediente ($P > 0,05$). Nas avaliações de qualidade física de peletes para a fase final, dietas com maiores níveis de SID resultaram em maiores comprimentos de peletes, maior dureza, melhor PDI, e menor porcentagem de finos, e menor densidade ($P < 0,05$), já para ângulo de repouso não houve diferença ($P > 0,05$). A inclusão de SID nas dietas de frangos de corte melhorou a qualidade física dos peletes, tanto para as dietas para a fase crescimento como para a fase final, concluindo-se que nas condições deste estudo a SID pode ser utilizada nas dietas de frangos de corte proporcionando maior qualidade física de peletes.

Palavras-chave: dureza de peletes, frangos de corte, qualidade de peletes, PDI, porcentagem de finos.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of the use of increasing levels of inactivated whole soybean (SID) in diets produced for the growth and final stages of broilers on the physical quality of pellets. The diets were based on corn, soybean meal and the treatments differed with increasing levels of SID (0, 10, 20, 30 and 40%). After pelleting the diets, samples were collected for evaluation of pellet length, hardness, pellet durability index (PDI), percentage of fines, angle of repose and pellet density. The data were submitted to the normality test (Shapiro Wilk), then submitted to analysis of variance (ANOVA), and if significant, the means were compared by the Tukey test ($P < 0.05$), and in the case of effects, they were submitted to quadratic regression analyses. The inclusions of SID in the diets for the growth phase, provided greater pellet length, greater hardness, better PDI and lower percentage of fines, however, diets without inclusion and with the lowest percentage of SID had a lower angle of repose ($P < 0.001$). For density there was no effect of the ingredient ($P > 0.05$). In the evaluations of physical quality of pellets for the final phase, diets with higher levels of SID resulted in greater pellet lengths, greater hardness, better PDI, and lower percentage of fines, and lower density ($P < 0.05$), as for angle of repose there was no difference ($P > 0.05$). The inclusion of SID in the diets of broilers improved the physical quality of the pellets, both for the diets for the growth phase and for the final phase, concluding that under the conditions of this study the SID can be used in the diets of broilers, providing higher physical quality of pellets.

Keywords: pellet hardness, broilers, pellet quality, PDI, percentage of fines.

1. INTRODUÇÃO

A nutrição de frangos de corte é constituída principalmente por dietas a base de vegetais, e os mais utilizados em rações de monogástricos são o milho e o farelo de soja. A soja é considerada fundamental na alimentação de aves, devido aos elevados níveis proteicos, alta digestibilidade, Rostagno et al. (2011), é rica em lipídios (FÉLIX et al., 2010).

Apesar de ser classificado como um ingrediente de excelência, essa oleaginosa contém fatores antinutricionais, que podem afetar o desempenho das aves se fornecidos na forma natural. Dentre esses fatores, os principais são os inibidores de proteases, ácido fítico, lectinas, saponinas e fibras Lima et al. (2014), que reduzem a digestibilidade, a absorção dos nutrientes e quando fornecidos em elevadas quantidades diminuem a disponibilidade biológica de aminoácidos essenciais (ANDRADE et al., 2015).

Com isso, a soja antes de ser fornecida as aves, deve passar por algum tipo de processamento térmico para a desativação desses fatores (BRUM et al., 2006). Os processos mais utilizados pela indústria são a extrusão, a tostagem, o cozimento e a micronização dos grãos (LIMA et al., 2014).

Novas estratégias nutricionais demandam estudo e compressão, como alternativa para auxiliar na alimentação de frangos de corte. Sendo assim, estudos referentes a inclusão de soja integral desativada (SID), produto resultante do processo de desativação dos fatores antinutricionais sob elevadas temperaturas, pressão e vácuo controlado, se faz necessário, como uma opção a substituição do farelo de soja.

Neste processo de desativação, as propriedades físico-químicas dos grãos são alteradas, favorecendo maior absorção dos nutrientes e aproveitamento das proteínas pelas aves (SILVA et al., 2018). A SID pode ser considerada uma boa fonte de gordura, tendo em vista que, seu perfil lipídico se assemelha ao do óleo de soja, pois os grãos não passam pelo processo de extração, além disso, é rica em proteína, com índices similares ao farelo de soja (COSTA et al., 2015).

O setor avícola se destaca pelos elevados índices de produção, sendo assim, é responsável pela demanda de mais de 50% de toda ração produzida, a qual a maior parte é fornecida de forma peletizada

A peletização é o processamento térmico mais utilizado no setor (MURAMATSU et al., 2015). Consiste em transformar ingredientes farelados em peletes, por meio de

tratamento térmico, com condições controladas de temperatura, umidade, vapor, pressão, compressão mecânica e tempo (SELLE et al., 2018).

As principais vantagens da peletização na alimentação de frangos de corte, são os melhores resultados de desempenho, maior ganho de peso, maior consumo de ração e melhor conversão alimentar Abdollahi et al. (2012), maior ingestão dos nutrientes, menor desperdício da dieta, menor gasto de energia de manutenção, (Jensen, 2000), aumento da palatabilidade, redução de microrganismo que podem vir a contaminar a ração, o que consequentemente aumenta a durabilidade de peletes (KLEIN, 2009).

Na avicultura, além de ingredientes de excelência na formulação das dietas, a moagem e mistura dos ingredientes, a peletização, o resfriamento e transporte da ração, e a qualidade física dos peletes também são de grande importância na nutrição dos animais. Essa qualidade física é caracterizada pela resistência dos peletes quando submetidos a impactos, atritos e compressões, provenientes do processo de produção, do armazenamento e transporte da fábrica até a granja (CAVALCANTI e BEHNKE, 2005).

Verifica-se que, novas estratégias com o objetivo de uso de ingredientes que possibilitam o melhor aproveitamento nutricional pelas aves, necessitam de estudos, visando melhor desempenho dos animais, assim como também, maior qualidade física de peletes. Devido a isso, o uso da SID pode vir a ser uma alternativa para obtenção de peletes com maior qualidade.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar qualidade física dos peletes em dietas para frangos de corte produzidas com níveis crescente de SID. Verificando se a qualidade do pelete melhora com o uso de SID e qual o melhor nível de inclusão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 SOJA INTEGRAL DESATIVADA (SID)

A industrialização da SID foi realizada em reator hermético. Os grãos de soja foram submetidos a vapor saturado por 15 minutos, em temperatura entre 105 e 110 °C, pressão de 1 bar, seguido de secagem/resfriamento e trituração.

2.2 COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS

As dietas para a fase crescimento e final foram produzidas à base de milho, farelo de soja e soja integral desativada (SID), de acordo com as exigências nutricionais, recomendada por Rostagno et al. (2011). Os tratamentos foram elaborados com níveis crescentes de SID (0, 10, 20, 30 e 40%). A composição nutricional e a porcentagem dos ingredientes para as dietas da fase crescimento e final são apresentadas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composição das dietas para fase crescimento (%).

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5
Milho	49,941	49,248	48,554	47,860	47,167
Farelo de soja	37,838	29,937	22,036	14,134	6,233
SID ¹	0,000	10,000	20,000	30,000	40,00
Óleo de soja	7,982	6,563	5,145	3,726	2,307
Calcário	0,936	0,949	0,962	0,975	0,988
Fosfato bicálcico	1,509	1,500	1,492	1,484	1,475
Sal (NaCl)	0,500	0,496	0,493	0,490	0,486
DL-metionina	0,341	0,341	0,342	0,342	0,342
Sequestrante de toxinas	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
L-lisina	0,231	0,235	0,239	0,243	0,247
L-treonina	0,101	0,103	0,104	0,107	0,109
Premix vitamínico/mineral ²	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
L-Valina	0,059	0,065	0,072	0,078	0,084
Monensina sódica (Coban)	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Enramax ⁴	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Calculada					
EMAn*, kcal/kg ⁵	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína Bruta (%)	21,501	21,720	21,940	22,160	22,380
Cálcio (%)	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822
Fósforo Total (%)	0,610	0,610	0,610	0,610	0,610
Fósforo fítico (%)	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
Fósforo disponível (%)	0,384	0,384	0,384	0,384	0,384
Sódio (%)	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Potássio (%)	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850
Cloro (%)	0,360	0,370	0,380	0,390	0,400
Cobre (mg/Kg)	15,690	15,650	15,610	15,570	15,530
Ferro (mg/Kg)	170,89	172,74	174,58	176,43	178,27
Manganês (mg/Kg)	77,400	79,860	82,310	84,760	87,220
Zinco (mg/Kg)	83,03	87,80	92,58	97,35	102,12
Iodo (mg/Kg)	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850
Selenio (mg/Kg)	0,450	0,470	0,490	0,510	0,530
Arginina digestível (%)	1,347	1,351	1,355	1,359	1,363
Lisina digestível (%)	1,235	1,235	1,235	1,235	1,235
Metionina digestível (%)	0,621	0,617	0,613	0,609	0,605
Met+Cis digestível (%)	0,910	0,910	0,910	0,910	0,910
Treonina digestível (%)	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815
Triptofano digestível (%)	0,246	0,244	0,242	0,240	0,238
Leucina digestível (%)	1,639	1,629	1,619	1,609	1,599
Isoleucina digestível (%)	0,835	0,835	0,835	0,835	0,835
Fenilalanina digestível (%)	0,967	0,961	0,955	0,949	0,943
Fenil+Tirosina digestível (%)	1,711	1,692	1,673	1,654	1,636
Histidina digestível (%)	0,515	0,510	0,505	0,500	0,500
Valina digestível (%)	0,951	0,951	0,951	0,951	0,951
Colina (%)	1502,65	1502,65	1502,65	1502,65	1502,65

¹SID: Soja Integral Desativada; ²Premix vitamínico; Composição do produto (níveis de garantia por kg do produto): Vit A = 11.000.000 U.I.; Vit D3 = 4.000.000 U.I.; Vit E = 55.000 U.I.; Vit K3 = 3.000 mg; Vit B1 = 2.300mg; Vit B2 = 7.000 mg; Ácido Pantotênico = 12 g; Vit B6 = 4.000 mg; Vit B12 = 25.000 mcg; Ácido Nicotínico = 60 g; Ácido Fólico = 2.000 mg; Biotina = 250 mg; Selênio = 300 mg. ³BHT: Hidroxitolueno butilado; Níveis de garantia por kg do produto: Vit. A: 9.639, 00UI; Vit. 2, 59 mg; Vit. B2: six, 45 mg; Vit. B6: 3, 61 mg; Vit. B12: 0,02 mg; Vit. D3: 2410,00 UI; Vit. E: 36,10; Ácido pantôtenico 12,95 mg; Biotina: 0,09 mg; Vit. K3: 1,93 mg; Ácido Fólico: 0,90mg; ⁴Premix mineral; Composição do produto (níveis de garantia por Kg do produto): ⁵EMAn: Energia metabolizável corrigida para nitrogênio.

Tabela 2. Composição das dietas para fase final (%).

Ingrediente	T1	T2	T3	T4	T5
Milho	58,127	57,43	56,74	56,046	54,842
Farelo de Soja	31,137	23,24	15,33	7,433	0,000
SID ¹	0,000	10,00	20,00	30,000	40,000
Óleo Soja	7,290	5,870	4,450	3,034	1,695
Calcário	0,774	0,790	0,800	0,812	0,823
Fosfato Bicalcico	1,150	1,140	1,130	1,124	1,113
Sal (NaCL)	0,476	0,470	0,470	0,466	0,462
DL-Metionina	0,272	0,270	0,270	0,273	0,269
Sequestrante de Toxinas	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
L-Lisina	0,214	0,220	0,220	0,226	0,216
L-Treonina	0,065	0,070	0,070	0,071	0,067
Premix vitamínico/mineral ²	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
L-Valina	0,035	0,040	0,050	0,054	0,053
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Calculada					
EMAn*, kcal/kg ⁵	3250	3250	3250	3250	3250
Proteína Bruta (%)	19,01	19,10	19,20	19,29	19,54
Cálcio (%)	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
Fósforo Total (%)	0,530	0,530	0,540	0,540	0,550
Fósforo fítico (%)	0,220	0,220	0,230	0,230	0,240
Fósforo disponível (%)	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Potássio (%)	0,760	0,780	0,810	0,830	0,860
Cloro (%)	0,350	0,350	0,340	0,340	0,340
Cobre (mg/Kg)	13,350	13,410	13,480	13,550	13,680
Ferro (mg/Kg)	141,36	146,92	152,48	158,03	164,05
Manganês (mg/Kg)	64,950	64,840	64,740	64,640	64,650
Zinco (mg/Kg)	72,520	72,870	73,230	73,590	74,050
Iodo (mg/Kg)	0,710	0,710	0,710	0,710	0,710
Selenio (mg/Kg)	0,390	0,370	0,360	0,340	0,330
Arginina digestível (%)	1,170	1,160	1,160	1,154	1,163
Lisina digestível (%)	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070
Metionina digestível (%)	0,530	0,530	0,520	0,520	0,520
Met+Cis digestível (%)	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790
Treonina digestível (%)	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Triptofano digestível (%)	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Leucina digestível (%)	1,500	1,500	1,500	1,493	1,499
Isoleucina digestível (%)	0,730	0,730	0,730	0,728	0,736
Fenilalanina digestível (%)	0,850	0,850	0,850	0,844	0,849
Fenil+Tirosina digestível (%)	1,510	1,480	1,450	1,424	1,409
Histidina digestível (%)	0,460	0,460	0,460	0,455	0,457
Valina digestível (%)	0,820	0,820	0,820	0,822	0,822
Colina (%)	1407,44	1456,34	1505,24	1554,15	1610,7

¹SID: Soja Integral Desativada; ²Premix vitamínico; Composição do produto (níveis de garantia por kg do produto): Vit A = 11.000.000 U.I.; Vit D3 = 4.000.000 U.I.; Vit E = 55.000 U.I.; Vit K3 = 3.000 mg; Vit B1 = 2.300mg; Vit B2 = 7.000 mg; Ácido Pantotênico = 12 g; Vit B6 = 4.000 mg; Vit B12 = 25.000 mcg; Ácido Nicotínico = 60 g; Ácido Fólico = 2.000 mg; Biotina = 250 mg; ³BHT: Hidroxitolueno butilado; Níveis de garantia por kg do produto: Vit. A: 9.639,00UI; Vit. 2, 59 mg; Vit. B2: 6, 45 mg; Vit. B6: 3, 61 mg; Vit. B12: 0,02 mg; Vit. D3: 2410,00 UI; Vit. E: 36,10; Ácido pantotênico 12,95 mg; Biotina: 0,09 mg; Vit. K3: 1,93 mg; Ácido Fólico: 0,90mg; ⁵EMAn: Energia metabolizável corrigida para nitrogênio.

Tabela 3. Análises de matéria seca (MS), cinzas (CZ), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), sódio (Na), fósforo (P) e cálcio (Ca), dos ingredientes e da ração com níveis crescentes de soja integral desativada (SID), dos cinco tratamentos.

TRAT.	SID (%)	MS (%)	CZ (%)	N (mg/k)	EE (%)	FB (%)	Na (mg/k)	P (mg/k)	Ca (mg/k)
1	0	86,74	5,21	35616	9,8	2,56	2023	5780	7860
2	10	86,79	5,20	37723	10,04	2,72	1972	5693	8261
3	20	87,16	5,06	36474	10,97	2,97	1693	5921	7635
4	30	85,74	5,36	34843	11,24	3,60	1701	5609	8351
5	40	86,51	5,00	33319	12,58	3,77	1671	5634	8041
Milho	-	86,65	0,72	12713	3,33	2,01	29	2302	133
Farelo soja	-	88,46	5,81	74088	1,32	3,54	146	5963	2896
Calcário	-	-	-	-	-	-	-	441	36054
Fosfato	-	-	-	-	-	-	-	185548	22070

2.3 PELETIZAÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS

Todos os ingredientes foram misturados em um misturador com capacidade de 1.000 kg, por 15 minutos. Ao término do processo de mistura dos ingredientes, foram coletadas e armazenadas amostras da ração farelada (antes de serem peletizadas) de cada tratamento para análises físico-químicas de matéria seca (MS), cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), extrato etéreo (EE), cinzas (C) e fibra bruta (FB).

A peletização das dietas para a fase crescimento foi realizada em peletizadora a vapor (Geremia - Modelo MR6SA41, Bento Gonçalves, Brasil), com diâmetro da matriz circular de 20 cm, largura 4,5 cm e furos de 5 mm, com condicionador duplo. O tempo de condicionamento foi de 40 segundos com temperatura de 80 °C e pressão de vapor de 1,5 kgf/cm². Após a peletização as dietas foram submetidas a secagem e resfriamento até alcançar temperatura média de 24 °C.

As dietas para a fase final foram peletizadas em peletizadora a vapor (Chavantes – Modelo 12v 144CM, São Paulo, Brasil), com diâmetro da matriz circular de 40 cm, largura 10 cm e furos de 5 mm, com condicionador duplo. O tempo de condicionamento foi de 20 segundos e temperatura de 80 °C e pressão de vapor de 1,5 kgf/cm². Após a peletização as dietas foram submetidas a secagem e resfriamento até alcançar temperatura média de 24 °C.

Para as avaliações de qualidade física de peletes, foram coletadas amostras na saída da peletizadora, e submetidas a secagem e resfriamento até atingir 24 °C, e armazenadas para posterior análises.

2.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA RAÇÃO

As análises de matéria seca foram obtidas pelo método de gravimetria, com secagem em estufa a 105 °C, por 12 horas, (método 954.01) de acordo com AOAC (1995).

As avaliações de cálcio foram realizadas por meio de espectrofotômetro de absorção atômica (método 996.11) da AOAC adaptado por Walter et al. (2005).

A determinação de fósforo ocorreu por meio de espectrofotometria na região visível com uso do reagente de molibdo vanadato (método 973.55), conforme AOAC (1995).

As avaliações de sódio foram realizadas por espectrometria de emissão atômica por plasma de argônio acoplado indutivamente (método 969.23), de acordo com AOAC (1995).

As análises de extrato etéreo foram obtidas por meio de extração com éter de petróleo a quente sob pressão, com detecção gravimétrica (método 945.16) de acordo com a AOAC (1995).

Os resultados para cinzas foram observados por análises de gravimetria (método 942.05) de acordo com a AOAC (1995).

As análises de fibra bruta foram realizadas por meio de extração a quente sob pressão com detecção gravimétrica (método 985.29), de acordo com AOAC (1995).

Os teores de nitrogênio foram obtidos pelo (método 992.23), conforme AOAC (2000).

As avaliações de atividade de água, foram realizadas utilizando um aparelho HygroPalm, modelo HP23-AW-A, marca Rotronic, São Paulo, Brasil.

A umidade relativa, foi determinada por meio de equipamento modelo C2000 IKA WERKE, marca LABCONTROL, São Paulo, Brasil.

2.5 ANÁLISE DE QUALIDADE FÍSICA DOS PELETES

As análises de qualidade física de peletes realizadas foram: comprimento de peletes, dureza, índice de durabilidade de peletes (PDI), porcentagem de finos, ângulo de repouso e densidade de peletes.

2.5.1 Comprimento dos peletes

Para às análises foram selecionados ao acaso 10 peletes de cada tratamento, e os resultados foram obtidos utilizando paquímetro digital (Woker, modelo 111309, Curitiba, Brasil).

2.5.2 Dureza dos peletes

Foram realizadas com auxílio de um durômetro digital portátil (Nova Ética, modelo 298 DGP – São Paulo, Brasil), selecionados ao acaso 10 peletes por tratamento.

2.5.3 Índice de Durabilidade dos Peletes (PDI)

Para o cálculo de Índice de Durabilidade dos Peletes, 10 amostras de cada tratamento contendo 200 gramas de ração sem os finos, foram colocados em um equipamento de estrutura metálica, e tombados durante 10 minutos em 50 rotações por minuto (RPM). Em seguida as amostras foram retiradas do equipamento e peneiradas em peneira de aço inox com abertura de 4 mm, malha 5 (A Bronzinox, Santo Amaro, Brasil) e pesadas. O PDI foi calculado com base no peso dos peletes separados dos finos.

2.5.4 Porcentagem de Finos

Para avaliações de porcentagem de finos, 10 amostras de 250 g de cada tratamento foram pesadas utilizando uma balança digital (Urano, modelo US 20/2 POP-S - Canoas, Brasil), e peneiradas em peneira de aço inox com abertura de 4 mm, malha 5 (A Bronzinox - Santo Amaro, Brasil), e em seguida a quantidade de finos foi pesada.

2.5.5 Ângulo de repouso

A determinação do ângulo de repouso foi efetuada a partir de um protótipo de madeira MDF (Medium Density Fiberboard), com medidas de 10,5 cm de largura x 12 cm de altura x 11 cm de comprimento, com uma régua fixada em uma das laterais. As amostras com aproximadamente 500 gramas, foram colocadas dentro da caixa, e em sequência um dos lados da caixa foi aberto para que a ração caísse lentamente e observando a medida em cm em que marcava com os peletes que permaneciam na caixa, foram medidas 10 amostras de cada tratamento.

2.5.6 Densidade dos peletes

Foram avaliadas em densímetro, para determinação de peso hectolítrico de cereais (Dallemolle, modelo PI 8803187-0, - Caxias do Sul, Brasil), com capacidade de 250 gramas, expressa em g/cm³.

3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro Wilk). Em seguida submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando significativas as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% ($P < 0,05$), e no caso de efeitos foram submetidos a análises de regressão quadrática.

Os dados obtidos para os tratamentos com níveis crescentes de SID foram submetidos à análise de regressão quadrática ($P < 0,05$), conforme o modelo:

$$Y = a + b \times X$$

Substituindo o Y (variável dependente) na equação é possível encontrar o valor X, que representa a porcentagem de SID.

4. RESULTADOS

4.1 QUALIDADE FÍSICA DOS PELETES DAS RAÇÕES PARA A FASE CRESCIMENTO

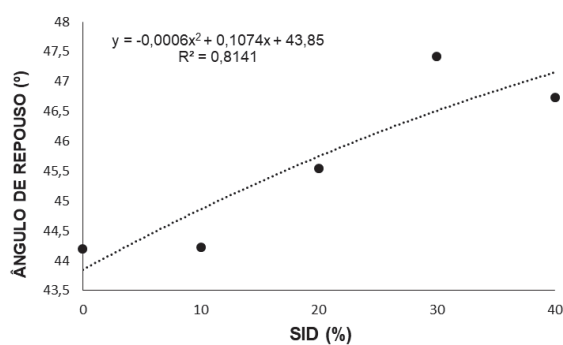
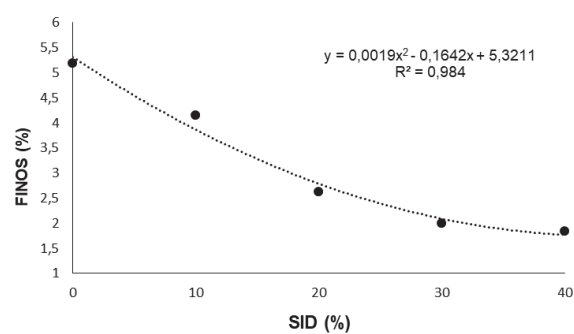
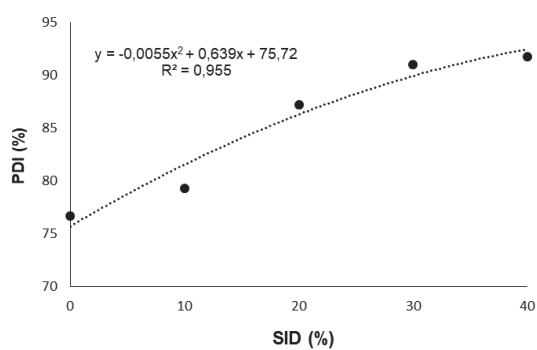
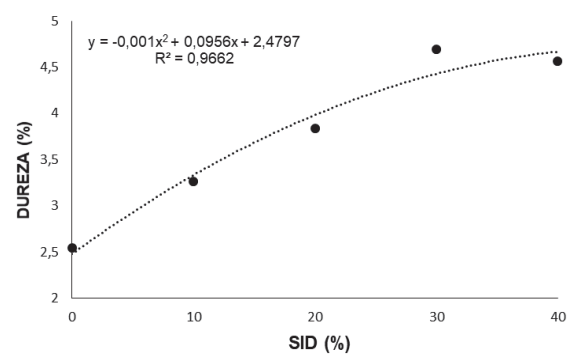
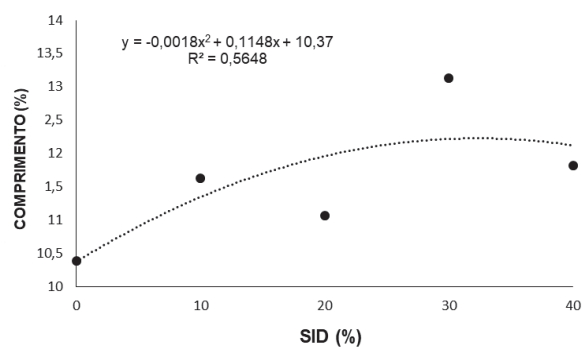
Os resultados de qualidade física dos peletes das dietas para a fase crescimento são apresentados na tabela 4. Os níveis crescentes de SID proporcionaram diferenças significativas ($P < 0,001$) para comprimento de peletes, dureza, PDI, finos, e ângulo de repouso. Houve um efeito quadrático para comprimento de peletes, dureza, PDI, porcentagem de finos e ângulo de repouso de peletes ($P < 0,001$), porém, para densidade não houve efeito dos tratamentos ($P > 0,05$).

Tabela 4. Comprimento (comp.), Dureza (Dur.), Índice de Durabilidade do Pelete (PDI), Porcentagem de Finos, Ângulo de Repouso (Ang. Rep.) e Densidade (Dens.), de *peletes* com níveis crescentes de soja integral desativada (SID), em rações da fase crescimento (15 a 28 dias) dos cinco tratamentos.

SID (%)	Comp. (mm)	Dur. (kg/f)	PDI (%)	Finos (%)	Ang. R. (°)	Dens. (kg/m ³)
0	10,38 c	2,54 d	76,70 c	5,20 a	44,20 c	504,80
10	11,62 bc	3,26 c	79,30 c	4,16 b	44,23 c	497,60
20	11,06 bc	3,84 b	87,20 b	2,64 c	45,54 bc	500,80
30	13,13 a	4,69 a	91,00 ab	2,00 c	47,42 a	496,80
40	11,81 b	4,56 a	91,80 a	1,84 c	46,73 ab	504,80
CV	20,57	27,33	3,38	24,05	2,97	1,56
ERRO	0,1619	0,0828	0,9803	0,2131	0,2670	1,6416
PROB.	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0646
Linear	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	>0,05
Quadrática	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	>0,05

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$);
 Trat.: Tratamento; CV: Coeficiente de variação. PROB: Probabilidade.

Nas (figuras, 1, 2, 3, 4 e 5), são apresentas as regressões para comprimento, dureza, PDI, porcentagem de finos e ângulo de repouso, observa-se um efeito quadrático para as análises. Realizou-se as substituições de X das equações pelos valores das variáveis encontradas com as dietas com níveis crescentes de SID.



4.2 ANÁLISES DE UMIDADE, ATIVIDADE DE ÁGUA E TEMPERATURA (T °C) DAS RAÇÕES PARA FASE CRESCIMENTO

Os resultados para as avaliações de umidade relativa (UM), atividade de água (AW) e temperatura (T °C), das rações dos cinco tratamentos utilizados no experimento para a fase crescimento são apresentados na tabela 5. Para as análises de UM houve diferença estatística ($P < 0,05$). A inclusão de 30% de SID proporcionou maior umidade na ração.

Tabela 5. Umidade relativa (UM), atividade de água (AW) e temperatura (T °C) da ração com níveis crescentes de soja integral desativada (SID), em rações da fase crescimento (15 a 28 dias) dos cinco tratamentos.

SID (%)	% UM	AW	T °C
0	12,93 b	0,68	23,17
10	13,21 ab	0,68	23,24
20	13,22 ab	0,68	23,41
30	14,06 a	0,70	23,69
40	13,23 ab	0,69	23,69
CV	6,51	3,11	3,19
MÉDIA	13,33	0,68	23,44
PROB.	<0,05	>0,05	>0,05

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

CV: Coeficiente de variação. PROB: Probabilidade.

4.3 QUALIDADE FÍSICA DOS PELETES DA FASE FINAL

A adição de níveis crescentes de SID nas dietas para a fase final apresentou diferenças significativas ($P < 0,001$) para comprimento de peletes, dureza, PDI, porcentagem de finos e densidade de peletes. Para as avaliações de ângulo de repouso não houve diferença estatística ($P > 0,05$), conforme tabela 6.

Houve um efeito quadrático para comprimento de peletes, dureza, PDI, finos, ($P < 0,001$) e densidade de peletes ($P < 0,05$) para a fase crescimento, porém para ângulo de repouso não houve efeito dos tratamentos ($P > 0,05$).

Tabela 6. Comprimento (COMP.), Dureza (DUR.), Porcentagem de Finos, Índice de Durabilidade de Pelete (PDI), Ângulo de Repouso (ANG. R.) e Densidade (DENS.), de Peletes com níveis crescentes de soja integral desativada (SID), em rações da fase final (29 a 42 dias) dos cinco tratamentos.

SID (%)	COMP. (mm)	DUR. (kg/f)	PDI (%)	FINOS (%)	ANG. R (°)	DENS. (kg/m ³)
0	7,94 c	3,25 b	87,70 c	12,08 a	45,25	601,60 ab
10	8,62 bc	2,68 c	87,60 c	9,60 b	44,98	606,40 a
20	8,43 bc	3,16 bc	91,80 b	8,16 b	44,41	595,20 ab
30	10,58 a	3,23 b	94,00 ab	5,20 c	44,27	587,20 b
40	9,27 b	3,99 a	95,00 a	5,15 c	44,41	596,80 ab
CV	26,07	28,06	1,73	19,49	2,48	2,30
ERRO	0,159	0,063	0,508	0,439	0,159	2,075
PROB.	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,218	0,039
Linear	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	>0,05	<0,05
Quadrática	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	>0,05	<0,05

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05). CV: Coeficiente de variação; PROB.: Probabilidade.

Nas figuras, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 são apresentas as regressões para comprimento, dureza, PDI, porcentagem de finos, ângulo de repouso e densidade, observa-se um efeito quadrático para as análises. Realizou-se as substituições do x das equações pelos valores das variáveis encontradas com as dietas com níveis crescentes de SID.

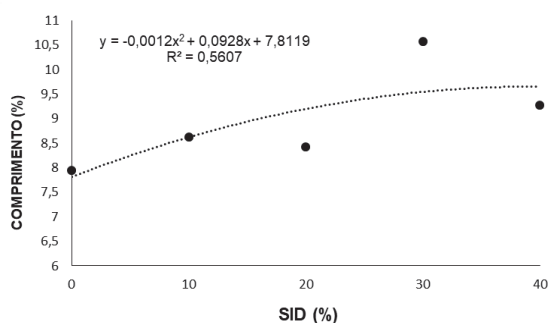


Figura 6. Regressão quadrática de comprimento de peletes em dietas com níveis crescentes de SID, para a fase final.

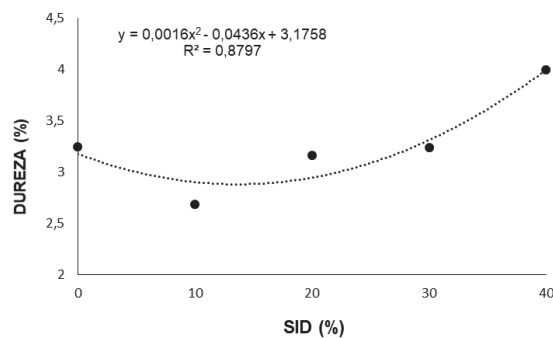
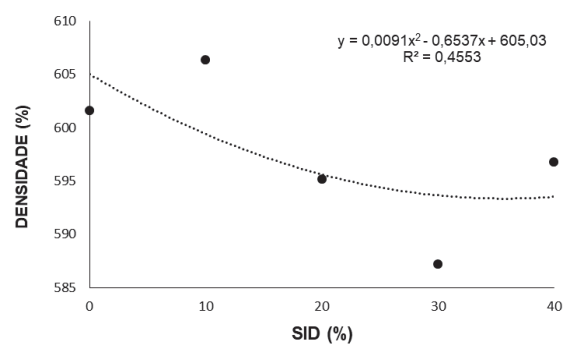
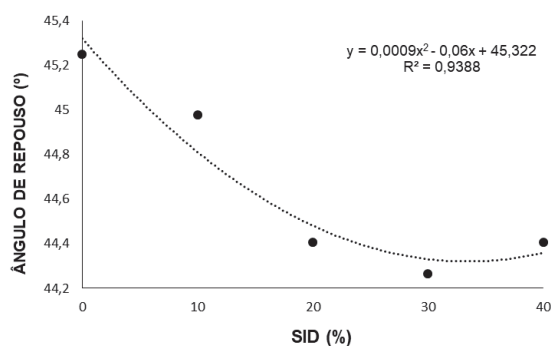
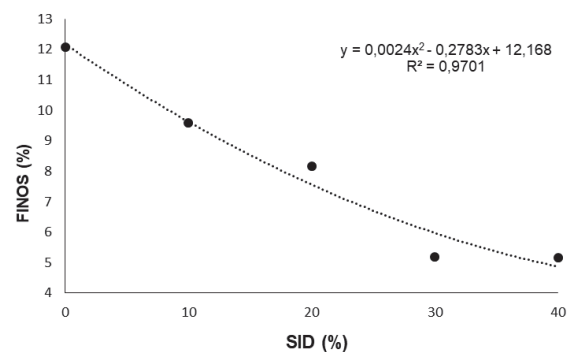
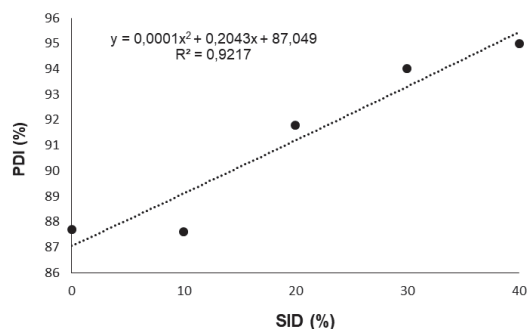


Figura 2. Regressão quadrática de dureza de peletes em dietas com níveis crescentes de SID, para a fase final.



4.4 ANÁLISES DE UMIDADE (UM), ATIVIDADE DE ÁGUA (AW) E TEMPERATURA (T°C) DAS RAÇÕES PARA A FASE FINAL

Os resultados para umidade, atividade de água e temperatura, das rações dos cinco tratamentos utilizado no experimento durante a fase final (29 a 42 dias) são apresentados na tabela 7. Houve diferença estatística para as análises de umidade e atividade de água ($P < 0,05$).

Tabela 7. Umidade relativa (UM), atividade de água (AW) e temperatura (T °C) da ração com níveis crescentes de soja integral desativada (SID), em rações para a fase crescimento (29 a 42 dias) dos cinco tratamentos.

SID (%)	% UM	AW	T °C
0	12,82 b	0,65 b	20,34
10	12,50 c	0,64 c	20,63
20	12,76 b	0,66 b	20,38
30	13,23 a	0,68 a	20,29
40	13,13 a	0,68 a	20,42
CV	1,51	1,63	2,00
MÉDIA	12,88	0,66	20,41
PROB.	<0,05	<0,05	>0,05

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). CV: Coeficiente de variação; PROB: Probabilidade

5. DISCUSSÃO

5.1 DIETAS PARA A FASE CRESCIMENTO

A inclusão de SID nas dietas proporcionou melhores resultados para os parâmetros avaliados em relação a qualidade de peletes. A dieta com nível de 30% de SID possibilitou peletes mais compridos, seguido da dieta com adição de 40% do ingrediente para as duas fases avaliadas. Esse resultado pode ser relacionado ao fato que nos tratamentos com maior porcentagem de SID foi adicionado menor porcentagem de óleo e farelo de soja, conforme tabelas 1 e 2. O percentual de óleo de soja utilizado foi inversamente a inclusão de SID, e destaca-se que a SID não passa pelo processo de extração de óleo, proporcionando porções lipídicas semelhantes ao óleo de soja (COSTA et al., 2015).

A adição de óleo nas dietas de frangos de corte é essencial como fonte energética para alcançar bom desempenho das aves (SIYAL et al., 2017). É importante também para a qualidade física de peletes, contudo a porcentagem de inclusão não deve ser em níveis muito altos ou muito baixos, uma vez que, influenciará na quebra dos peletes. De acordo Moritz et al. (2003) e Thomas et al. (1998), a adição em excesso de óleo nas rações para frangos de corte, pode ocasionar uma redução na qualidade de peletes, influenciando no comprimento dos mesmos. Pode promover uma

lubrificação na parede dos furos da matriz peletizadora, favorecendo a passagem da ração, reduzindo a compactação, originando peletes menores (FAHRENHOLZ, 2012).

A água na forma de vapor durante o processo de peletização pode ter favorecido a obtenção de peletes mais compridos, observa-se que os tratamentos em que as rações apresentaram maior umidade (tabela 5), os resultados para essa análise foram maiores. Isso pode ser justificado pelo fato de que, a umidade em forma de vapor durante a peletização favorece a ação aglutinante das partículas dos ingredientes, proporcionando peletes mais compridos e essa umidade pode estar relacionada aos níveis de inclusão de SID, uma vez que, nos tratamentos com maior porcentagem do ingrediente os resultados foram maiores. A umidade na peletização, melhora a durabilidade e consequentemente faz com que os peletes não se quebrem tão facilmente (SKOCH et al., 1981).

Na alimentação de frangos de corte, a forma física das rações é de grande importância, tendo em vista que, peletes com maiores comprimentos proporcionam menor gasto de energia para a captação do alimento, resultando em maior energia produtiva (JESEN et al., 1962).

Uma das vantagens de peletes mais compridos, é que, as aves gastam menos energia para a ingestão do alimento, e menor tempo abrindo e fechando o bico (CANAL RURAL, 2021). Contudo, destaca-se que o tamanho dos peletes deve corresponder ao tamanho do bico, dessa forma, na fase inicial os pintinhos não são capazes de consumir partículas maiores, e geralmente a ração é na forma farelada, porém, após 14 dias até o final do ciclo de produção, as dietas geralmente são peletizadas, e proporcionam maior eficiência no desempenho dos animais, e assim, é fundamental o fornecimento aos animais peletes com maior qualidade.

De acordo com Abdollahi e Ravindran (2013), em experimento com comprimentos de peletes de 3, 5 e 7 mm, observaram que os peletes mais compridos apresentaram maior dureza e melhores resultados de PDI, o que corrobora com este estudo, no qual as análises estão diretamente relacionadas quanto aos resultados. Em estudos realizados por Massuqueto et al. (2017), observaram que a qualidade física da ração proporcionou melhores resultados de apreensão da dieta, melhorando o consumo da ração.

Wood (1987) relatou que existe uma relação linear entre comprimento e durabilidade de peletes, neste estudo peletes mais compridos apresentaram melhores resultados para durabilidade. O mesmo ocorreu para finos, em que peletes mais compridos ocasionaram menor porcentagem de finos, corroborando com (Löwe, 2005),

que relatam que peletes mais compridos tendem a reduzir a porção de finos, pois diminuem a quebra dos peletes.

No que se refere a dureza de peletes das dietas para a fase crescimento, porcentagens de 30 e 40% de SID originaram peletes mais duros (necessitaram maior força de rompimento). Observa-se que para essa análise os resultados para todas as dietas se apresentaram diretamente proporcional a inclusão de SID. A dieta em que se adicionou maior porcentagem de óleo de soja, porém, sem adição de SID, os resultados para extrato etéreo (tabela 6) foi menor e resultaram peletes com menor dureza. Quanto a dureza dos peletes para dietas da fase final, o tratamento com inclusão de 40% de SID ocasionou maior resultado.

A dureza pode ser diretamente influenciada pela adição de óleos e gorduras nas dietas. A elevada porcentagem deste ingrediente pode envolver de forma parcial as partículas dos ingredientes, gerando um obstáculo a penetração de vapor às partículas, dificultando o processo de gelatinização do amido, reduzindo o potencial de adesão do amido (PENZ e MAIORKA, 1997; ABDOLLAHI et al., 2013).

A inclusão de óleo nas dietas proporciona disponibilidade de ácidos graxos essenciais, energia e vitaminas Ge et al. (2019), é também fator determinante para a dureza de peletes. Quando as porcentagens são muito elevadas, a propriedade hidrofóbica deste ingrediente pode interferir na aglomeração das partículas, o que reduz a compactação da ração, originando peletes que se fragmentem com facilidade (THOMAS e VAN DER POEL, 1996). De acordo com Fahrenholz (2012), elevados teores de gordura podem originar peletes mais frágeis, e consequentemente menos duros, diferente dos resultados encontrados neste estudo.

Contudo, para essa dieta o resultado para extrato etéreo (EE) foi o maior, evidenciando que a porcentagem de óleo mais a inclusão de SID na dieta foram adequados para esse resultado. Conforme Fairfield et al. (2015), é importante que se adicione no mínimo entre 1 a 2% de óleo na dieta.

Neste estudo, a dureza dos peletes pode ter sido afetada pela umidade da ração, tendo em vista que, a menor dureza foi observada no tratamento que apresentou a maior porcentagem de umidade e menor atividade de água. Já peletes mais duros foram observados em menor umidade e maior atividade de água. Esses resultados podem ser explicados pelo fato da água atuar como um agente de ligação e lubrificante, ajudando a aumentar as forças de Wan der Waals, ampliando a área de contato entre as partículas, proporcionando maior dureza (GROVER e MISHRA 1996).

Quando a inclusão de óleo não ocorre ou em níveis muito baixos, a qualidade física dos peletes também pode ser comprometida, porém, em alguns processos, quando essa quantidade de óleo é limitada, o óleo natural presente na parede celular dos grãos incluídos nas dietas pode sair da célula e atuar como um agente de ligação entre as partículas, contudo, mesmo assim, pode não ser suficiente para suprir a necessidade e promover peletes com boa qualidade física (THOMAS et al., 1998).

A umidade em forma de vapor durante a peletização, atua como agente ligante, a qual amplia a área de contato entre as partículas dos ingredientes (Grover e Mishra, 1996), contribuindo para a obtenção de melhores resultados. Com isso, além das porcentagens de óleo nas dietas, a umidade também pode ter influenciado na dureza de peletes.

Em relação aos resultados de índice de durabilidade de peletes (PDI) para a crescimento, dietas com maiores níveis de SID (40, 30 e 20%), originaram os melhores resultados para essa variável, valores acima de 87%. Para as análises dos peletes da fase final esses resultados foram de 95, 94, e 91,8% quando os tratamentos eram compostos com 40, 30 e 20% de SID respectivamente.

Peletes com resultados de PDI acima de 80% são considerados com boa durabilidade, (CUTLIP et al., 2008). Por outro lado, Moritz e Lilly (2010), afirmam que peletes com durabilidade acima de 87% possuem potencial de melhorar o desempenho de frangos de corte. Sendo assim, neste estudo, dietas com as três maiores porcentagens de SID proporcionaram PDIs acima de 87 e 91,8%, o que se infere que proporcionariam melhores resultados para desempenho.

Evidencia-se que, assim como as demais análises, a porcentagem de óleo também possui função determinante para os resultados de PDI. Quando em alta quantidade podem ocasionar a formação de uma película em volta dos grânulos de amido, fazendo com que reduza a quantidade de umidade nos grânulos, reduzindo a capacidade de aglutinação do amido, reduzindo a durabilidade dos peletes.

Contudo, neste estudo, conforme as análises, as dietas com menores resultados de extrato etéreo proporcionaram menor porcentagem de PDI e menor resultado para a análise de umidade.

Inclusão de porcentagens de óleos acima de 6%, podem influenciar negativamente a qualidade dos peletes, tornando-os quebradiços e frágeis (MORITZ et al., 2003), e conseqüentemente com pior PDI e maior porcentagem de finos. Segundo Cavalcanti (2004), em estudo avaliando níveis de óleo acima de 6,5% observaram que essa porcentagem influenciou negativamente PDI, pois afetaram a funcionalidade de

ligação de amido, proteína e gordura. Já em estudos conduzidos por Schmidt et al. (2020), observaram peletes com qualidade reduzida quando utilizaram 4% de óleo de soja, em comparação aos tratamentos em que utilizaram 0 e 2%, resultados diferentes aos encontrados neste estudo, o que reforça que a SID foi relevante.

Em pesquisa realizada por Briggs et al. (1999), os resultados para PDI não foram afetados quando a inclusão de óleo nas dietas foi menor que 5,6%. Essa informação está de acordo com os resultados encontrados neste estudo, em que, dietas com resultados inferiores a 5,15% originaram os melhores resultados para PDI. Quando os pesquisadores adicionaram 7,5% de óleo de soja, o PDI foi de 59,6%, valor relativamente inferior ao observado nesta pesquisa que em porcentagem de 7,98% de óleo o PDI foi de 76,70.

Do mesmo modo, Moritz et al. (2003), observaram que tratamentos com as maiores porcentagens de óleo originaram peletes mais frágeis. Diferentemente, Schmidt et al. (2020), quando avaliaram peletes produzidos com níveis de óleo de soja de 0; 2 e 4%, obtiveram resultados de PDI de 85,09; 76,34 e 64,15% respectivamente, os autores observaram que quanto maior a porcentagem de óleo menores foram os índices de durabilidade.

Em estudos realizados por Santos et al. (2009), os resultados para PDI em dietas para frangos de corte melhoraram com a adição de níveis crescentes de SID, e além disso, foi possível a reduzir a porcentagem de óleo de soja nas dietas, evidenciando que a SID proporcionou melhores resultados para durabilidade de peletes.

Essa redução é possível pois a SID possui porção lipídica similar ao óleo de soja, e além disso, é rica em proteínas como o farelo de soja. É importante destacar que a SID não passa pelo processo de extração de óleo, o que reduz os custos, e em teor lipídico pode ser parecido ao óleo de soja (COSTA et al., 2015). Com isso, pode ser que o ingrediente tenha influenciado positivamente para essa análise, o que se verifica pelas análises de extrato etéreo das rações.

A umidade da ração também pode influenciar nos resultados de PDI. De acordo com Oberberger e Thek (2004) peletes com alta qualidade devem apresentar teor de umidade entre 8 e 12%, os autores afirmam que, valores abaixo ou acima dessa faixa podem comprometer a qualidade dos peletes, contudo, em relação as porcentagens citadas pelos pesquisadores, neste estudo os resultados foram levemente maiores em todas as dietas, no entanto, não afetaram os resultados para essa variável.

A porcentagem de umidade na forma de vapor, também pode influenciar na durabilidade de peletes, a umidade proporciona maior aglutinação das partículas, o

amido em sua forma natural não possui essa função quando comparado ao amido gelatinizado, e esse processo só ocorre na presença de umidade e calor (HEFFNER e PFOST, 1973).

Em estudos realizados por Skoch et al. (2004) avaliando peletes elaborados em dietas para poedeiras, produzidas a base de milho e farelo de soja, observaram que quando a umidade da ração foi de 9,4% a durabilidade dos peletes foi em 79,1%, em umidade de 11,4% a durabilidade aumentou, chegando a 96,5%, ou seja, peletes que apresentaram maior umidade apresentaram maior PDI. Rações com altos índices de durabilidade podem aumentar em até 13% a conversão alimentar (FROBOSE et al., 2015). Alto valor de PDI, está associado a peletes com maior capacidade de permanecerem íntegros até o fornecimento as aves (BEYER, 2000, citado por LARAL, 2007).

Segundo Thomas e Van Der Poel, (1996), a composição dos ingredientes da dieta influencia principalmente nos parâmetros de durabilidade de peletes, o que também pode ter motivado os resultados neste estudo, inferindo que o uso de SID influenciou positivamente para esta análise.

Dietas com maiores porcentagens de SID, promoveram menores porcentagens de finos, observa-se que esse resultado foi inversamente proporcional a inclusão do ingrediente nas rações para a fase crescimento e final. Santos et al. (2009), avaliando peletes produzidos com níveis crescentes de SID também observaram redução na quantidade de finos, corroborando com este estudo.

De acordo com Costa et al. (2015), a inclusão de SID em dietas para frangos de corte pode ser uma boa fonte de gordura, tendo em vista que, a fração lipídica é similar ao do óleo de soja, isso explica os resultados desta pesquisa, na qual tratamentos com maiores porcentagens de SID produziram menores porcentagens de finos. Conforme Santana et al. (2018), a inclusão de óleo em quantidade adequada, reduzem a porcentagem de finos em rações, e melhoram o desempenho dos animais.

As fontes lipídicas em rações peletizadas podem reduzir a porção de finos, o que beneficia a conversão alimentar, além de aumentar a palatabilidade (BAIÃO e LARA, 2005). No entanto, essa inclusão não pode ser muito elevada, pois podem ocasionar um efeito reverso, tendo em vista que, pode originar peletes frágeis e com elevada concentração de finos.

Assim como para as demais análises, a umidade em forma de vapor durante a peletização também pode influenciar na qualidade física de peletes. Em estudos realizados por Skoch et al. (1981), constataram que a adição de umidade na forma de

vapor durante a peletização, proporcionou maior durabilidade dos peletes, e reduziu a porcentagem de finos. Repara-se que, nessa pesquisa as rações que apresentaram menor umidade ocasionaram maior índice de finos, essa umidade pode estar relacionada a porcentagem de SID adicionada nos tratamentos.

Dietas peletizadas com qualidade reduzida, geralmente apresentam uma maior concentração de finos, o que acarretam efeitos negativos no consumo e na conversão alimentar de aves (KENNY e ROLLINS, 2008). Quando essa porcentagem é elevada, pode causar uma conversão alimentar reduzida em até 13%, quando comparado a rações com peletes de boa qualidade (NILIPOUR, 1994).

A quantidade de finos em rações peletizadas é relacionada negativamente ao PDI, Kenny e Rollins (2008), os resultados deste estudo corroboram com essa afirmação, uma vez que, os menores resultados de PDI, ocasionaram maiores porcentagens de finos. Uma dieta com excesso de finos suprimiu os benefícios da peletização da ração (Meurer et al. 2008), se equiparando aos efeitos de uma dieta farelada.

De acordo com Maiorka, (1998), rações com 10 a 15% de finos é classificado como normal na produção. Porém, a proporção em que a concentração de finos aumenta, os resultados da ração peletizada se equiparam aos de uma ração farelada. Destaca-se que, para que os benefícios da peletização da ração em relação ao desempenho de aves sejam atingidos, é preciso que a ração chegue aos comedouros de forma íntegra, com menor porcentagem de finos possível, elevadas porções de finos podem comprometer o desempenho das aves. Maramatsu (2013) também afirma que maiores porcentagens de finos compromete o desempenho dos animais.

No entanto, dietas com menores índices de SID proporcionaram menores ângulos de repouso para as análises da fase crescimento. Os resultados para ângulo de repouso para a fase crescimento não foram significativos para nenhum tratamento com inclusão de SID. Em relação ao ângulo de repouso, quanto menor, maior será o escoamento da ração. Neste estudo, mesmo não apresentando resultados significativos as dietas com maiores porcentagens de SID se apresentaram menores para esse parâmetro. Quando a ração apresenta menores ângulos de repouso, geralmente proporciona melhor escoamento dentro do silo e menor espaço de armazenagem (SORDI et al., 2016).

Em relação a armazenagem das rações, índices elevados de ângulo de repouso estão associados a demanda de maior espaço de armazenagem, tanto nos silos como no transporte (PUZZI, 2000). A capacidade de armazenagem nos silos é

diretamente proporcional ao ângulo de repouso, quanto menor o ângulo de repouso dos peletes, maior será o volume de ração que poderá ser armazenada dentro do silo (POHNDORF et al., 2011).

Esse maior ângulo de repouso, também pode estar relacionado ao comprimento dos peletes, tendo em vista que, peletes mais compridos podem afetar a fluidez do escoamento (STARK, 2015). Além disso, a umidade na ração pode ter influenciado nos resultados para esta variável, uma vez que, peletes com maior umidade resultaram em maiores ângulos de repouso, pois também podem afetar a escoabilidade do alimento. Essa informação é constatada por Zou e Brusewitz (2002), que observaram que a umidade alterou os resultados para ângulo de repouso.

Segundo a classificação de escoabilidade para ângulo de repouso proposta por Woodcock e Mason (1987), resultados entre 38 a 45 (°) são classificados como média escoabilidade, já entre 45 a 55 (°) são considerados coesivos.

A densidade de peletes não foi influenciada significativamente com a inclusão de SID nas dietas para as análises realizadas para a fase crescimento. Para a fase final os resultados apontam diferenças significativas, entretanto, não seguem uma sequência em relação a adição do ingrediente. Os peletes menos densos foram detectados nas dietas com porcentagens de SID de 30, 20 e 40%, respectivamente, e maiores resultados para as análises de umidade, por outro lado, quando se adicionou 10% de SID, ocorreu a maior densidade e a menor porcentagem de umidade.

Peletes menos densos ocupam mais espaços de armazenamento nos silos e no transporte (KLEIN et al., 1999). Além de reduzir os efeitos da separação de mistura, o processo de peletização aumenta a densidade da ração, diminuindo os espaços para armazenamento (KLEIN, 2009), quanto maior a densidade menor a necessidade de espaço de armazenamento e custos com transporte.

CONCLUSÕES

A inclusão de níveis crescentes de SID nas dietas, em relação a qualidade física dos peletes, proporcionou maior qualidade física de peletes. A soja integral desativada pode ser incorporada nas dietas de frangos de corte para as fases crescimento e final resultando em peletes mais compridos, com menor porcentagem de finos, maior PDI, bem como peletes com maior dureza.

REFERENCIAS

ABDOLLAHI M. R.; RAVINDRAN, V.; SVIHUS B. Pelleting of broiler diets: an overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. **Animal Feed Science Technology**, v. 179, p. 1-23, 2013.

ABDOLLAHI, M. R.; RAVINDRAN, V.; WESTER, T.J.; RAVINDRAN, G.; THOMAS, D.V. Influence of feed form and conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broiler starters fed wheat-based diet. **Animal Feed Science and Technology**, v. 168, n. 1/2, p. 88-99, 2011.

ABDOLLAHI, M.R.; RAVINDRAN, V.; WESTER, T.J.; RAVINDRAN, G.; THOMAS, D.V. Effect of improved pellet quality from the addition of a pellet binder and/or moisture to a wheat-based diet conditioned at two different temperatures on performance, apparent metabolizable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v.175, p.150-157, 2012.

ANDRADE, T. V.; SANTOS, R. N. V.; ARAÚJO, D. J.; BRAULINO, D. S.; MOURA, M. V. B. T. P.; BORGES, L. S. Efeito de fatores antinutricionais encontrados nos alimentos alternativos e seu impacto na alimentação de não ruminantes – revisão. Revista Eletrônica **Nutritime**, v. 12, n. 6, p. 4394-4399, 2015.

ANFAR – Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. **Matérias-primas para a alimentação animal**. São Paulo, 1998.

ANGULO, E.; BRUFAU, J.; ESTEVE-GARCIA, E. Effect of a sepiolite product on pellet durability in pigs diet differing in particle size and in broiler starter and finisher diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.63, p. 25-34, 1996.

AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. **Official Method 992.23**, v. 2, n 3.2, 24 - 25, 2000.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 33, 1995.

AOAC. Official method of Analysis. 18th Edition, **Association of Officiating Analytical Chemists**, v. 14, 2005.

AOCS. Official methods and recommended practices of the AOCS. Crude Fiber Analysis in Feeds by Filter Bag Technique Ba 6a-05. **American Oil Chemists Society**, 2009.

BAIÃO, N. C.; LARA, L. J. C. Oil and Fat in Broiler Nutrition. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.7, n.3, p.129-141, 2005.

BEHNKE, K.C. Factors influencing pellet quality. **Animal Feed Science And Technology**, v.5, p.19-22, 2001.

BRIGGS, J. L.; MAIER, D. E.; WATKINS, B. A.; BEHNKE, K. C. Effect of ingredients and processing parameters on pellet quality. **Poultry Science**, v.78, p. 1464-1471, 1999.

BRITO C. O.; ALBINO L. F. T.; ROSTAGNO H. S.; GOMES P. C.; DIONÍZIO M. A.; CARVALHO D. C. O. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 457-461, 2006.

BRUM P. A. R.; LIMA G. J. M. M.; ÁVILA V. S.; ARDIGÓ M. L. R. Características Nutricionais da Soja Desativada por Diferentes Processos Térmicos para Alimentação de Frangos de Corte. **Comunicado Técnico**. Concórdia. 2006.

CANAL RURAL. Formato da ração influencia no desempenho zootécnico das aves 2021. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/ligados-e-integrados/formato-da-racao-influencia-no-desempenho-zootecnico-das-aves/>>. Acesso em 24 de março de 2022.

CARDEAL, P. C.; ROCHA, J. S. R.; FERREIRA, H. C.; SANTOS, C. H.; POMPEU, M. A.; CUNHA, C. E.; BAIÃO, N. C.; LARA L. J. C. Efeito do transporte de péletes sobre sua qualidade. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 5, p.1618-1622, 2014.

CAVALCANTI W. B. **The effect of ingredient composition on the physical quality of pelleted feeds: a mixture experimental approach**. Ph.D. dissertation. Manhattan, KS: Kansas State University; 2004.

CAVALCANTI, W. B.; BEHNKE, K. C. Effect of composition of feed model systems on pellet quality: a mixture experimental approach. II. **Cereal Chemistry**, v. 82, n. 4, p. 462-467, 2005.

CBA. Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. Método nº 36. Cinzas ou Matéria mineral, p. 137, 2009.

COBB. Manual De Manejo de Frango de Corte. Cobb-Vantress, 2018.

COSTA, E. M. S.; DE FIGUEIRÊDO, A. V.; MOREIRA FILHO, M. A. RIBEIRO, M. N.; LIMA, V. B. S. Grão integral processado e coprodutos da soja em dietas para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n.4, p. 846-854, 2015.

CUTLIP, S. E.; HOTT, J. M.; BUCHANAN, N. P.; RACK, A. L.; LATSHAW, J. D.; MORITZ, J. S. The effect of steam-conditioning practices on pellet quality and growing broiler nutritional value. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 17, p. 249-261. 2008.

DE JONG, J. A.; DEROUCHÉY, J.; TOKACH, M.; GOODBAND, R.; WOODWORTH, J.; DRITZ, S.; STARK, C.; CASSANDRA, K.; JONES, H.; WILLIAMS, J.; ERCEG, B.; MCKINNEY, L.; SMITH, G.; OTTERLOO, V. D.; PAULK, C. Formation of pellet fines during the feed manufacturing process, transportation and feed line delivery, and their nutrient composition. **Applied Engineering in Agriculture**, v.33, n.06, p. 921-926, 2017.

DOZIER III, W. A. Cost-effective pellet quality for meat birds. **Feed Management**. v. 52, n. 2, 2001.

FAHRENHOLZ, A.C. **Evaluating factors affecting pellet durability and energy consumption in a pilot feed mill and comparing methods for evaluating pellet durability**. Manhattan, Kansas. Tese apresentada no Kansas University. Department of Grain Science and Industry, p. 66, 2012.

FAIRFIELD, D.; THOMAS, H.; GARRISON, R.; BLISS, J.; BEHNKE, K.; GILPIN, A. Peleting. In: Feed Manufacturing Technology, V. S. K. Schofield, ed. **American Feed Industry Association**. p. 670, 2005.

FÉLIX, A.; BRITO, C. B.; FERRARINI, H.; RODRIGUEZ, M. I.; OLIVEIRA, S. G.; MAIORKA, A. Características físico-químicas de derivados proteicos de soja em dietas extrusadas para cães. **Ciência Rural**, v. 40, p. 2568-2573, 2010.

FIRMAN, J.D. 2018. Benefícios dos produtos processados Nutrição de Aves. Disponível em: <<https://www.editorastilo.com.br/graxaria/artigos-tecnicos-graxaria/beneficios-dos-produtos-processados-nutricao-de-aves/>> Acesso em: 20 de março de 2022.

FROBOSE, H. L.; FRUGE, E.D.; TOKACH, M.D.; HANSEN, E.L.; DEROUCHÉY, J.M.; DRITZ, S.S.; GOODBAND, R.D.; NELSEN, J.L. The influence of pelleting and supplementing sodiummetabisulfite ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) on nursery pigs fed diets contaminated with deoxynivalenol. **Animal Feed Science and Technology**, v. 210, p. 152-164, 2015.

FROETSCHNER, J. Conditioning controls pellet quality. **Feed Technology**, v. 10, n. 6, p. 12-15, 2006.

GE, X. K.; WANG, A. A.; YING, Z. X.; ZHANG, L. G.; SU, W.P.; CHENG, K.; FENG, C. C.; ZHOU, Y. M.; ZHANG, L. L.; WANG, T. Effects of diets with different energy and bile acids levels on growth performance and lipid metabolism in broilers. **Poultry science**, v.98, n.2, p.887-895, 2019.

GILL, C. Chemistry for high quality peletes. Or refining the role of binders. **Feed International**. March, p.10-11, 1993.

GROVER P. D, MISHRA S. K. Biomass briquetting: technology and practices. Regional wood energy development program in Asia, field document. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, n. 46, 1996.

HEFFNER, L. E, PFOST, H. B. Gelatinization during pelleting. **Feedstuff**, v, 45, p. 33, 1973.

ITANI, K., B. SVIHUS. Feed Processing and Structural Components Affect Starch Digestion Dynamics in Broiler Chickens. British **Poultry Science**, v. 60, n. 3, p. 246–255, 2018.

JENSEN, L. S. Influence of pelleting on the nutritional needs of poultry. **Journal Animal Science**, v. 13, p. 35–46, 2000.

KENNY, M.; ROLLINS D. A Qualidade Física da Ração. Aviagen Brasil Tecnologia. **Informativo Técnico**, 2008.

KLEIN, A. A. Peletização de Rações: Aspectos Técnicos, Custos e Benefícios e Inovações Tecnológicas. Boletim técnico, 2009. Disponível em: <[Peletização de Rações: Aspectos Técnicos, Custos e Benefícios e Inovações Tecnológicas – Engormix](#)>. Acesso em 12 dezembro de 2021.

KLEIN, A. A. Peletização de rações: Aspectos técnicos, custos e benefícios e inovações tecnológicas. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FACTA, p. 173-193, 2009.

KLEIN, C. H.; PENZ Jr, A. M.; GUIDONI, A. L. Efeito da forma física e do nível de energia da ração sobre o desempenho e composição de carcaça em frangos de corte. **Embrapa Suínos e Aves – Comunicado Técnico**, 1999.

KOCH, E. R.; BEHNKE, K. C.; DEYOE, C. W.; BINDER, S. F. The effect of steam-conditioning rate on the pelleting process. **Animal Feed Science and Technology**. v. 6, p. 83–90, 1981.

LARA, L. J. C. **Efeitos do processamento da ração e da linhagem sobre os valores energéticos e desempenho de frangos de corte**, 2007. 52f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

LARA, M. A. M. Processo de produção de ração: moagem, mistura e peletização. *Ergonomix*. 2010. Disponível em <<https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/dark-house-manejo-t36773.htm>> Acesso em: 21 março de 2022.

LIMA, C. B.; COSTA, F. G. P.; LUDKE, J. V.; JUNIOR LIMA, D. M.; MARIZ, T. M. A.; PEREIRA, A. A.; SILVA, G. M.; ALMEIDA, C. A. Fatores antinutricionais e processamento do grão de soja para alimentação animal. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 4, p. 24-33, 2014.

LÖWE, R. Judging pellet stability as part of pellet quality. **Feed Technology**, v. 9, p. 15–19, 2005.

MAIORKA, A. **Efeito da forma física, níveis de energia em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis no desempenho e composição de carcaça de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade**. 1998. 115f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

MASSUQUETTO, A. DURAU, J. F.; SCHRAMM, V. G.; NETTO, M. V.T. Influence on feed form and conditioning time on pellet quality, performance, and ileal nutrient digestibility in broilers. **Journal of applied poultry research**, v. 27, n. 01, p. 1-8, 2017.

MEURER, R. P.; FÁVERO, A.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A. Avaliação de rações peletizadas para frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v.13, n. 3, p. 229-240, 2008.

MORITZ, B.; TRAMONTE, V. L. C. Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 2, p. 265-273, 2006.

MORITZ, J. S.; CRAMER, K. R.; WILSON, K. J.; BEYER, R. S. Feed manufacture and feeding of rations with graded levels of added moisture formulated to different energy densities. **Journal Applied Poultry Research**, Champaign, v. 12, n. 3, p. 371-381, 2003.

MORITZ, J. S.; LILLY K. G. S. Production strategies and feeding opportunities for peletes of high quality. **Proceedings of the 8th Annual Mid-Atlantic Nutrition Conference**, University of Maryland, College Park, MD. p. 85-90, 2010.

MURAMATSU, K. **Aplicação de modelagem preditiva no processo de peletização de rações para frangos de corte**. 2013. 99 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

NAGATA, A. K.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T. Energia metabolizável de alguns alimentos energéticos para frangos de corte determinada por ensaios metabólicos e por equações de predição. **Ciência Agrotecnica**, v. 28, n. 3, p. 668–677, 2004.

NILIPOUR, A. Produciendo Pelets de Calidad. **Indústria Avícola**, v. 41, n. 2, p. 28-30, 1994.

NIR, I. HILLEL, R., SHEFET, G., NITSAN, Z. Effect of grain particle size performance. 2. Grain texture interactions. **Poultry Science**, v.73 p.781-791, 1994.

OBERNBERGER I.; THEK G. Physical characterisation and chemical composition of densified biomass fuels with regard to their combustion behavior. **Biomass and Bioenergy**, v. 27, p. 653–69, 2004.

PENZ JR, A. M. Sorgo e soja integral na alimentação de aves In: **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola**, p. 63-73.1991.

PENZ JR., A. M.; MAIORKA, A. Ração Peletizada para Frango; Critérios Técnico-Econômicos para sua Adoção. In: Conferência Apinco'97 de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Anais**. Campinas: Facta. p. 285-304, 1997.

PERKIN ELMER. Analytical methods for atomic absorption spectroscopy. **Norwalk**, U.S.A, 1996.

PICKARD G. E, ROLL W. M, RAMSER J. H. Fundamentals of hay wafering. **Transactions of the ASAE**, v. 4, p. 65–8, 1961.

PLATTNER, B. O condicionamento é essencial para uma produção de ração eficaz. **International Poultry Production**, v. 10, p. 7-9, 2002.

POHNDORF, R. S.; KLEIN, B.; NASCIMENTO, B. C.; RUTZ, D.; FOGUESATTO, R. J.; ELIAS, M. C. Influência da umidade e do percentual de grãos quebrados e inteiros no ângulo de repouso de soja. In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO. **Anais...** 2011.

PORTELLA, F.J.; CASTON, L.J.; LEESON, S. Apparent feed particle size preference by broilers. **Canadian Journal Animal Science**, v. 68, n. 3, p. 923-930, 1988.

RIAZ, M. N. Extruders in food applications. Lancaster: **Technomic publishing company**, p. 223, 2000.

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. **Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. p. 252, 2011.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV Imprensa Universitária, p. 187, 2005.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I. DONZELE, J. D.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, A. S.; TEIXEIRA, M. L.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S. L. T.; BRITO, C. O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2017.

SANTANA, M. H. M.; SARAIVA, E. P.; COSTA, F. G. P. FIGUEREDO, JR. J. P.; SANTANA, A. M. M. A.; ALVES, A. R. Ajuste dos níveis de energia e proteína e suas relações para galinhas poedeiras em diferentes condições térmicas. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.12, n.1, p.139, 2018.

SANTOS, R. O. F., BASSI, L. S., SCHRAMMA, V. G., ROCHA, C., DAHLKE, F., KRABBE, E. L., MAIORKA, A. Effect of conditioning temperature and retention time on pellet quality, ileal digestibility, and growth performance of broiler chickens. **Livestock Science**, v. 240, p. 1-6, 2020.

SANTOS, S. A., VALLE, F. L. P., MORAES, M. T. T., MURAMATSU, K., PINTO, A. A., DAHLKE, F., MAIORKA, A. Efeitos do trigo grão e da soja integral desativada sobre a durabilidade de peletes e a produção de finos em rações peletizadas. **46º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2009.

SCHMIDT, A.; PASSOS, A. A.; REGIS, R.; SANGOI, S.; PASCOAL, L. A. F.; LIMA, G. J. M. M. Efeito do óleo, extraído da soja ou presente no grão de milho, sobre a peletização. **Revista Científica de Produção animal**. v. 21, n. 2, p. 63-67, 2020.

SELLE P. H, MOSS A. F, TRUONG H. H. KHODDAMI A, CADOGAN D. J, GODWIN I. D, LIU, S. Y. Sorghum as a feed grain for Australian chicken-meat production. **Animal Nutrition**, v. 4, p. 17–30, 2018.

SILVA, P. G.; OLIVEIRA, L. M. S.; OLIVEIRA, N. R.; JÚNIOR, F. A.M.; SILVA, M. R. S.; CORDEIRO, D. A.; MINAFRA, C. S.; SANTOS, F. R.; Effects of processing, particle size and moisturizing of sorghum-based feeds on pellet quality and broiler production. **Journal Animal Science**, v. 31, n. 1, p. 98 – 105, 2018.

SIYAL, F.; BABAZADEH, D.; WANG, C. et al. Emulsifiers in the poultry industry. **World's Poultry Science Journal**, v. 73, n. 3, p. 611-620, 2017.

SKINNER-NOBLE, D. O.; MCKINNEY, L. J.; TEETER, R. G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: III. Feed form affects broiler performance by modifying behavior patterns. **Poultry Science**, v. 84, n.3, p. 403-411, 2005.

SKOCH E. R, BEHNKE K. C, DEYOE C. W, BINDER S. F. The effect of steam-conditioning rate on the pelleting process. **Animal Feed Science and Technology**, 6:83–90, 1981.

SORDI, C.; TAVERARI, F. C.; SUREK, D.; RIBEIRO, V. J. Características físicas de rações para frangos de corte contendo glicerina bruta. **JINC**. 2016.

STARK C. R. 1994. **Pellet Quality**. PhD. Dissertation. Kansas State University, Manhattan. 2015.

THOMAS M.; VAN VILIET, T.; VAN DER POELA. F. B. Physical quality of pelleted animal feed. 3. Contribution of feedstuff components. **Animal Feed Science and Technology**, 76: 59–78, 1998.

THOMAS, M.; VAN DER POEL, A. F. B. Physical quality of pelleted animal feed.1. Criteria for pellet quality. **Animal Feed Science Technology**, v. 61. p. 89-112, 1996.
VOLK, J. What's new in feed manufacturing? Beta Raven Inc. Course Lecture. Kansas State University, p. 4, 1988.

WOOD J. F. The functional properties of feed raw materials and the effect on the production and quality of feed peletes. **Animal Feed Science and Technology**, v. 18, p. 1-17, 1987.

WOODCOCK, C. R.; MASON, J. S. **Bulk Solids Handling** An Introduction to the Practice and Technology. Glasgow: Leonard Hill, 1987.

XING, J. J.; VAN HEUGTEN, E.; LI, D. F.; TOUCHETTE, K. J.; COALSON, J. A.; ODGAARD, R. L.; ODLE, J. Effects of Emulsification; Fat Encapsulation and Pelleting on Weanling Pig Performance and Nutrient Degestibility. **Journal Animal Science**, v. 82, p. 2601-2609, 2004.

ZOU, Y.; BRUSEWITZ, G. H. Flowability of uncompacted marigold powder as affected by moisture content. **Journal of Food Engineering**, v. 55, p. 165-171, 2002.

CAPÍTULO III – EFEITO DE NÍVEIS CRESCENTES, NA RAÇÃO, DE SOJA INTEGRAL DESATIVADA NO DESEMPENHO E RENDIMENTO DE CARÇAÇA E CORTES DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de níveis crescentes de soja integral desativada (SID) em dietas de frangos de corte sobre o desempenho na fase inicial, crescimento e final e rendimento de carcaça e cortes aos 42 dias. Foram utilizados 900 pintinhos machos, Cobb®, distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e 12 repetições com 15 aves cada. Os tratamentos constituíam níveis crescentes de SID, (0, 10, 20, 30, 40%). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando significativas as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% ($P < 0,05$), e no caso de efeitos, foram submetidos a análises de regressão quadrática. Na fase inicial (1 a 14 dias) aves alimentadas com dietas sem adição de SID apresentaram maior consumo de ração (CR) ($P < 0,05$). À medida que se aumentou os níveis de SID, não houve aumento do peso vivo (PV) e ganho de peso médio (GPM) ($P > 0,05$). Ao avaliar a conversão alimentar real (CAR) e conversão alimentar média (CAM), observa-se que a maior porcentagem de SID proporcionou melhores resultados ($P < 0,05$), o tratamento sem inclusão e com inclusão de 10% resultou nas menores conversões. O CR e o PV não foram influenciados pelos níveis de SID nas dietas para a fase crescimento (15 a 28 dias), ($P > 0,05$). Ao analisar o GPM a inclusão de 30% apresentou o menor resultado, e em dietas com 10% de SID resultou maior GPM ($P < 0,05$). No que se refere a CAR e CAM, as piores conversões foram observadas em dietas com 30% de SID ($P < 0,05$), já as melhores conversões ocorreram quando a inclusão foi de 10%. Os resultados de desempenho das aves para fase final (29 a 42 dias) e quando se avaliou o período de um até aos 42 dias de idade não foram influenciados pelos níveis de SID nas dietas ($P > 0,05$). O rendimento de carcaça resfriada pescoço e cabeça, coxa e sobrecoxa não foram influenciados pela inclusão de níveis de SID ($P > 0,05$). Porém, frangos de corte alimentados com dietas sem adição de SID e com 10% apresentaram maior rendimento de peito ($P < 0,05$), entretanto, menor rendimento de dorso ($P < 0,05$). Conclui-se que, a soja integral desativada pode ser disponibilizada em dietas de frangos de corte sem comprometer o desempenho produtivo das aves.

Palavras-chave: consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça, rendimento de cortes, SID.

ABSTRACT

This study was carried out with the objective of evaluating the effect of increasing levels of inactivated whole soybean (SID) in broiler diets on performance in the initial, growth and final stages and carcass and cuts yield at 42 days. A total of 900 male Cobb® chicks were used, distributed in a randomized block design, with five treatments and 12 replications with 15 birds each. The treatments constituted increasing levels of SID, (0, 10, 20, 30, 40%). The results were submitted to analysis of variance (ANOVA), and when significant, the means were compared by the Tukey test at 5% ($P < 0.05$), and in the case of effects, they were submitted to quadratic regression analysis. In the initial phase (1 to 14 days) birds fed diets without the addition of SID had higher feed intake (CR) ($P < 0.05$). As the SID levels increased, there was no increase in live weight (BW) and average weight gain (GPM) ($P > 0.05$). When evaluating the real feed conversion (CAR) and average feed conversion (MAC), it is observed that the highest percentage of SID provided better results ($P < 0.05$), the treatment without inclusion and with inclusion of 10% resulted in the lowest conversions. The CR and PV were not influenced by the SID levels in the diets for the growth phase (15 to 28 days), ($P > 0.05$). When analyzing the GPM, the inclusion of 30% showed the lowest result, and in diets with 10% SID resulted in the highest GPM ($P < 0.05$). Regarding CAR and CAM, the worst conversions were observed in diets with 30% SID ($P < 0.05$), whereas the best conversions occurred when inclusion was 10%. The performance results of the birds for the final phase (29 to 42 days) and when the period from one to 42 days of age were evaluated were not influenced by the SID levels in the diets ($P > 0.05$). Chilled neck and head, thigh and drumstick carcass yields were not influenced by the inclusion of SID levels ($P > 0.05$). However, broilers fed diets without the addition of SID and with 10% had higher breast yield ($P < 0.05$), however, lower back yield ($P < 0.05$). It is concluded that the deactivated whole soybean can be made available in broiler diets without compromising the productive performance of the birds.

Keywords: feed intake, feed conversion, carcass yield, cuts yield, SID.

1. INTRODUÇÃO

Diante da importância que a nutrição de frangos de corte representa para o setor, estudos científicos visando melhores resultados produtivo se fazem necessários, Alves et al. (2017). Os estudos estão voltados principalmente ao melhoramento genético, visando linhagens com alto desempenho e melhor aproveitamento dos ingredientes nas dietas, maior qualidade de carne, além do uso de aditivos e métodos de processamento dos ingredientes das dietas Araújo et al. (2007), visando reduzir custos sem afetar a qualidade de carne (FERREIRA, 2015).

A base nutricional das dietas de frangos de corte é composta principalmente por vegetais, o milho e farelo de soja são os ingredientes mais demandados para compor a alimentação. A soja é considerada uma oleaginosa com elevada concentração de proteína, aminoácidos e com alto valor energético (ROSTAGNO, 2005), devido a isso, é amplamente utilizada na composição das dietas de monogástricos.

Na nutrição de frangos de corte, o uso da soja "*in natura*" nas dietas apresenta algumas limitações, devido à presença de fatores considerados antinutricionais, como os inibidores de tripsina, da quimiotripsina lectina e ácido fítico (ERDAW et al., 2017). Esses fatores antinutricionais ao serem ingeridos pelas aves, ocasionam uma redução na absorção dos nutrientes, influenciando negativamente a digestibilidade e consequentemente afetam o desenvolvimento e desempenho produtivo dos animais (BENEVIDES, 2011).

Alguns fatores antinutricionais (PNA, fatores alergênicos e ácido fítico) são considerados termorresistentes, e em razão disso é necessários processos com elevadas temperaturas com o propósito de reduzir ou eliminar a presença destes (ROSTAGNO, 2006). Com isso, antes de ser fornecido aos animais, a soja deve passar por algum tipo de processamento térmico para a desativação desses fatores (SAKOMURA et al., 2004).

Dentre as tecnologias utilizadas no processamento térmico dos grãos, o processo de desativação de fatores antinutricionais por meio de elevadas temperaturas, pressão e vácuo o qual origina a soja integral desativada, pode ser uma alternativa vantajosa na alimentação de frangos de corte, favorecendo a digestibilidade dos nutrientes e melhor desempenho das aves (NIKMARAM et al., 2017).

Tendo em vista a importância da inclusão de soja na dieta de frangos de corte, e processamento térmico dos grãos, o uso e efeitos da soja integral desativada na alimentação de aves surge como alternativa a ser estudada, visando a obtenção de um

alimento que atenda às necessidades nutricionais dos animais e possa substituir parcialmente o farelo de soja, sem prejudicar os resultados finais.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade do uso de soja integral desativada sobre o desempenho e rendimento de carcaças e cortes de frangos de corte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos realizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

2.1 ANIMAIS E INSTALAÇÕES

Foram utilizados um total de 900 pintinhos, machos, criados de 1 a 42 dias de idade, da linhagem comercial Cobb 500®, oriundos de incubatório comercial, as aves foram alojadas em boxes com medidas 0,75 m x 1,80 m, totalizando 1,35 m², sobre cama de maravalha, equipados com comedor tipo tubular e bebedouro tipo *nipple*, cama e aquecimento por meio de campânulas a gás. A temperatura e o programa de luz foram mantidos conforme recomendações do manual da linhagem (COBB, 2018).

Durante todo período experimental as aves receberam ração e água a vontade, e diariamente foi feita a verificação de temperatura, qualidade da água e ar e fornecimento de ração. As aves receberam até os 14 dias (fase inicial) dietas na forma física farelada, e após esse período na fase crescimento (15 a 28 dias) e final (29 a 42 dias) os animais receberam dietas peletizadas.

As pesagens das aves foram realizadas ao início do experimento e aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade, assim como também a ração ofertada e a excedente nos comedouros para fins de avaliação de consumo de ração (CR), peso vivo (PV), ganho de peso médio (GPM), conversão alimentar real (CAR) e conversão alimentar média (CAM).

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e 12 repetições com 15 aves cada, distribuídas em 60 boxes. Os blocos foram definidos por meio de sorteio, o qual foi sorteado cinco tratamentos dentro de cada cinco boxes.

Os tratamentos experimentais foram compostos por níveis crescentes de SID na ração, (0, 10, 20, 30, 40%). A composição nutricional e dos ingredientes são apresentadas nas tabelas 1, 2 e 3. As análises de espectrometria NIR são apresentadas

na tabela 4 para milho, tabela 5 para farelo de soja, na tabela 6 para SID, das dietas para a fase inicial, crescimento e final.

2.3 SOJA INTEGRAL DESATIVADA

A industrialização da SID foi realizada em reator hermético, os grãos de soja foram submetidos a vapor saturado por 15 minutos, em temperatura entre 105 e 110°C, pressão de 1 bar, seguido de secagem/resfriamento e trituração.

2.4 PELETIZAÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS

Todos os ingredientes foram misturados em um misturador com capacidade de 1.000 kg, por 15 minutos. A peletização das dietas para a fase inicial (1 a 14 dias) e para a fase crescimento (15 a 28 dias) foram realizadas em peletizadora a vapor (Geremia - Modelo MR6SA41, Bento Gonçalves, Brasil), com diâmetro da matriz circular de 20 cm, largura 4,5 cm e furos de 5 mm, com condicionador duplo. O tempo de condicionamento foi de 40 segundos com temperatura de 80 °C e pressão de vapor de 1,5 kgf/cm². Após a peletização as dietas foram submetidas a secagem e resfriamento até alcançar temperatura média de 24 °C. Após a peletização e resfriamento, as rações para a fase inicial foram trituradas, a fim de reduzir o diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas.

As dietas para a fase final (29 a 42 dias) foram peletizadas em peletizadora a vapor (Chavantes – Modelo 12v 144CM, São Paulo, Brasil), com diâmetro da matriz circular de 40 cm, largura 10 cm e furos de 5 mm, com condicionar duplo. O tempo de condicionamento foi de 20 segundos e temperatura de 80 °C e pressão de vapor de 1,5 kgf/cm². Após a peletização as dietas foram submetidas a secagem e resfriamento até alcançar temperatura média de 24 °C.

Tabela 1. Composição da dieta da fase inicial (1 a 14 dias) (%).

Ingrediente	T1	T2	T3	T4	T5
Milho	52,095	49,364	46,633	43,903	41,171
Farelo de Soja	37,829	32,409	26,988	21,568	16,148
SID ¹	0,000	10,000	20,000	30,000	40,000
Óleo Soja	5,470	4,235	2,999	1,764	0,528
Calcário	0,981	0,776	0,570	0,364	0,159
Fosfato bicálcico	1,695	1,352	1,009	0,667	0,324
(NaCl)	0,497	0,470	0,443	0,416	0,390
DL-Metionina	0,3449	0,329	0,3125	0,2963	0,2801
Sequestrante de Toxina	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
L-Lisina	0,2457	0,238	0,2293	0,2211	0,213
L-Treonina	0,1105	0,104	0,0983	0,0922	0,086
Premix vitamínico ²	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
L-Valina	0,0716	0,064	0,0555	0,0475	0,0395
Cloreto Colina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Monensina sódica (Coban)	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Premix mineral ⁴	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Calculada					
EMAn*, kcal/kg ⁵	3050	3050	3050	3050	3050
Proteína Bruta (%)	21,69	21,90	22,12	22,34	22,56
Cálcio (%)	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Fósforo Total (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Fósforo fítico (%)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Fósforo disponível (%)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Potássio (%)	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Cloro (%)	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40
Cobre (mg/Kg)	15,76	15,72	15,68	15,63	15,59
Ferro (mg/Kg)	178,86	180,70	182,55	184,39	186,24
Manganês (mg/Kg)	78,04	80,50	82,95	85,40	87,85
Zinco (mg/Kg)	83,57	88,34	93,11	97,88	102,65
Iodo (mg/Kg)	0,36	0,85	0,85	0,85	0,40
Selenio (mg/Kg)	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53
Arginina digestível (%)	1,354	1,358	1,362	1,366	1,370
Lisina digestível (%)	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
Metionina digestível (%)	0,628	0,624	0,620	0,616	0,612
Met+Cis digestível (%)	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Treonina digestível (%)	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
Triptofano digestível (%)	0,247	0,245	0,243	0,241	0,240
Leucina digestível (%)	1,658	1,648	1,638	1,628	1,619
Isoleucina digestível (%)	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840
Fenilalanina digestível (%)	0,974	0,968	0,962	0,956	0,950
Fenil+Tirosina digestível (%)	1,724	1,705	1,686	1,667	1,648
Histidina digestível (%)	0,519	0,514	0,509	0,504	0,499
Valina digestível (%)	0,970	0,970	0,970	0,970	0,970
Colina (%)	2077,0	2077,0	2077,0	2077,0	2077,0

¹SID: Soja Integral Desativada; ²Premix vitamínico; Composição do produto (níveis de garantia por kg do produto): Vit A = 11.000.000 U.I.; Vit D3 = 4.000.000 U.I.; Vit E = 55.000 U.I.; Vit K3 = 3.000 mg; Vit B1 = 2.300mg; Vit B2 = 7.000 mg; Ácido Pantotênico = 12 g; Vit B6 = 4.000 mg; Vit B12 = 25.000 mcg; Ácido Nicotínico = 60 g; Ácido Fólico = 2.000 mg; Biotina = 250 mg; Selênio = 300 mg. ³BHT: Hidroxitolueno butilado; Níveis de garantia por kg do produto: Vit. A: 9.639,00UI; Vit. 2,59 mg, Vit. B2: 6,45 mg; Vit. B6: 3,61 mg; Vit. B12: 0,02 mg; Vit. D3: 2410,00 UI; Vit. E: 36,10; Ácido pantotênico 12,95 mg; Biotina: 0,09 mg; Vit. K3: 1,93 mg; Ácido Fólico: 0,90mg; ⁴Premix mineral; Composição do produto (níveis de garantia por Kg do produto): ⁵EMAn: Energia metabolizável corrigida para nitrogênio.

Tabela 2. Composição das dietas para fase crescimento (15 a 28 dias) (%).

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5
Milho	49,941	49,248	48,554	47,860	47,167
Farelo de soja	37,838	29,937	22,036	14,134	6,233
SID ¹	0,000	10,000	20,000	30,000	40,00
Óleo de soja	7,982	6,563	5,145	3,726	2,307
Calcário	0,936	0,949	0,962	0,975	0,988
Fosfato bicálcico	1,509	1,500	1,492	1,484	1,475
Sal (NaCl)	0,500	0,496	0,493	0,490	0,486
DL-metionina	0,341	0,341	0,342	0,342	0,342
Sequestrante de toxinas	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
L-lisina	0,231	0,235	0,239	0,243	0,247
L-treonina	0,101	0,103	0,104	0,107	0,109
Premix vitamínico ²	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
L-Valina	0,059	0,065	0,072	0,078	0,084
Monensina sódica (Coban)	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Premix mineral ⁴	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Calculada					
EMAn*, kcal/kg ⁵	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína Bruta (%)	21,501	21,720	21,940	22,160	22,380
Cálcio (%)	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822
Fósforo Total (%)	0,610	0,610	0,610	0,610	0,610
Fósforo fítico (%)	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
Fósforo disponível (%)	0,384	0,384	0,384	0,384	0,384
Sódio (%)	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Potássio (%)	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850
Cloro (%)	0,360	0,370	0,380	0,390	0,400
Cobre (mg/Kg)	15,690	15,650	15,610	15,570	15,530
Ferro (mg/Kg)	170,89	172,74	174,58	176,43	178,27
Manganês (mg/Kg)	77,400	79,860	82,310	84,760	87,220
Zinco (mg/Kg)	83,03	87,80	92,58	97,35	102,12
Iodo (mg/Kg)	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850
Selenio (mg/Kg)	0,450	0,470	0,490	0,510	0,530
Arginina digestível (%)	1,347	1,351	1,355	1,359	1,363
Lisina digestível (%)	1,235	1,235	1,235	1,235	1,235
Metionina digestível (%)	0,621	0,617	0,613	0,609	0,605
Met+Cis digestível (%)	0,910	0,910	0,910	0,910	0,910
Treonina digestível (%)	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815
Triptofano digestível (%)	0,246	0,244	0,242	0,240	0,238
Leucina digestível (%)	1,639	1,629	1,619	1,609	1,599
Isoleucina digestível (%)	0,835	0,835	0,835	0,835	0,835
Fenilalanina digestível (%)	0,967	0,961	0,955	0,949	0,943
Fenil+Tirosina digestível (%)	1,711	1,692	1,673	1,654	1,636
Histidina digestível (%)	0,515	0,510	0,505	0,500	0,500
Valina digestível (%)	0,951	0,951	0,951	0,951	0,951
Colina (%)	1502,65	1502,65	1502,65	1502,65	1502,65

¹SID: Soja Integral Desativada; ²Premix vitamínico; Composição do produto (níveis de garantia por kg do produto): Vit A = 11.000.000 U.I.; Vit D3 = 4.000.000 U.I.; Vit E = 55.000 U.I.; Vit K3 = 3.000 mg; Vit B1 = 2.300mg; Vit B2 = 7.000 mg; Ácido Pantotênico = 12 g; Vit B6 = 4.000 mg; Vit B12 = 25.000 mcg; Ácido Nicotínico = 60 g; Ácido Fólico = 2.000 mg; Biotina = 250 mg; Selênio = 300 mg. ³BHT: Hidroxitolueno butilado; Níveis de garantia por kg do produto: Vit. A: 9.639,00UI; Vit. 2,59 mg, Vit. B2: 6,45 mg; Vit. B6: 3,61 mg; Vit. B12: 0,02 mg; Vit. D3: 2410,00 UI; Vit. E: 36,10; Ácido pantôtenico 12,95 mg; Biotina: 0,09 mg; Vit. K3: 1,93 mg; Ácido Fólico: 0,90mg; ⁴Premix mineral; Composição do produto (níveis de garantia por Kg do produto ⁵EMAn: Energia metabolizável corrigida para nitrogênio.

Tabela 3. Composição das dietas para fase final (29 a 42 dias) (%).

Ingrediente	T1	T2	T3	T4	T5
Milho	58,127	57,43	56,74	56,046	54,842
Farelo de Soja	31,137	23,24	15,33	7,433	0,000
SID ¹	0,000	10,00	20,00	30,000	40,000
Óleo Soja	7,290	5,870	4,450	3,034	1,695
Calcário	0,774	0,790	0,800	0,812	0,823
Fosfato Bicalcico	1,150	1,140	1,130	1,124	1,113
Sal (NaCl)	0,476	0,470	0,470	0,466	0,462
DL-Metionina	0,272	0,270	0,270	0,273	0,269
Sequestrante de Toxinas	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
L-Lisina	0,214	0,220	0,220	0,226	0,216
L-Treonina	0,065	0,070	0,070	0,071	0,067
Premix vitamínico ²	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
L-Valina	0,035	0,040	0,050	0,054	0,053
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Calculada					
EMAn*, kcal/kg ⁵	3250	3250	3250	3250	3250
Proteína Bruta (%)	19,01	19,10	19,20	19,29	19,54
Cálcio (%)	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
Fósforo Total (%)	0,530	0,530	0,540	0,540	0,550
Fósforo fítico (%)	0,220	0,220	0,230	0,230	0,240
Fósforo disponível (%)	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Potássio (%)	0,760	0,780	0,810	0,830	0,860
Cloro (%)	0,350	0,350	0,340	0,340	0,340
Cobre (mg/Kg)	13,350	13,410	13,480	13,550	13,680
Ferro (mg/Kg)	141,36	146,92	152,48	158,03	164,05
Manganês (mg/Kg)	64,950	64,840	64,740	64,640	64,650
Zinco (mg/Kg)	72,520	72,870	73,230	73,590	74,050
Iodo (mg/Kg)	0,710	0,710	0,710	0,710	0,710
Selenio (mg/Kg)	0,390	0,370	0,360	0,340	0,330
Arginina digestível (%)	1,170	1,160	1,160	1,154	1,163
Lisina digestível (%)	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070
Metionina digestível (%)	0,530	0,530	0,520	0,520	0,520
Met+Cis digestível (%)	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790
Treonina digestível (%)	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Triptofano digestível (%)	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Leucina digestível (%)	1,500	1,500	1,500	1,493	1,499
Isoleucina digestível (%)	0,730	0,730	0,730	0,728	0,736
Fenilalanina digestível (%)	0,850	0,850	0,850	0,844	0,849
Fenil+Tirosina digestível (%)	1,510	1,480	1,450	1,424	1,409
Histidina digestível (%)	0,460	0,460	0,460	0,455	0,457
Valina digestível (%)	0,820	0,820	0,820	0,822	0,822
Colina (%)	1407,44	1456,34	1505,24	1554,15	1610,7

¹SID: Soja Integral Desativada; ²Premix vitamínico; Composição do produto (níveis de garantia por kg do produto): Vit A = 11.000.000 U.I.; Vit D3 = 4.000.000 U.I.; Vit E = 55.000 U.I.; Vit K3 = 3.000 mg; Vit B1 = 2.300mg; Vit B2 = 7.000 mg; Ácido Pantotênico = 12 g; Vit B6 = 4.000 mg; Vit B12 = 25.000 mcg; Ácido Nicotínico = 60 g; Ácido Fólico = 2.000 mg; Biotina = 250 mg; Selênio = 300 mg. ³BHT: Hidroxitolueno butilado; Níveis de garantia por kg do produto: Vit. A: 9.639,00UI; Vit. 2,59 mg, Vit. B2: 6,45 mg; Vit. B6: 3,61 mg; Vit. B12: 0,02 mg; Vit. D3: 2410,00 UI; Vit. E: 36,10; Ácido pantotênico 12,95 mg; Biotina: 0,09 mg; Vit. K3: 1,93 mg; Ácido Fólico: 0,90mg; ⁴EMAn: Energia metabolizável corrigida para nitrogênio.

Tabela 4. Análises de espectrometria NIR para milho, das dietas para fase crescimento e final.

	Inicial	Crescimento	Final
Umidade (%)	13,52	13,49	13,55
Fósforo Fítico (%)	0,16	0,17	0,17
PSI (%)	41,48	41,08	41,18
Vitreosidade (%)	63,35	61,70	63,23
Cinzas (%)	1,25	1,26	1,27
Gordura (Hidrólise Ácida) (%)	4,37	4,52	4,46
Proteína (%)	8,64	7,98	8,75
Fibra (%)	1,95	1,82	2,05
Amido (%)	62,23	63,18	61,61
Total NSP (%)	6,57	6,42	6,59
Total Razão A:X	0,75	0,74	0,75
Insolúvel Razão A:X	0,75	0,75	0,75
Insolúvel A+X (%)	3,66	3,65	3,61
Glicose Insolúvel (%)	1,96	1,84	1,93
Glicose Total (%)	2,38	2,36	2,41
NSP insolúvel (%)	5,79	5,70	5,81
NDF (%)	10,39	10,83	11,53
ADF (%)	3,62	3,15	3,95
Lignina (ADL) (%)	1,01	0,82	0,99
Açúcares (%)	2,29	1,25	1,92
Arginina (%)	0,41	0,38	0,41
Cisteína (%)	0,18	0,17	0,18
Histidina (%)	0,24	0,22	0,23
Isoleucina (%)	0,29	0,27	0,29
Leucina (%)	0,99	0,90	0,98
Lisina (%)	0,26	0,25	0,26
Metionina (%)	0,18	0,17	0,18
Treonina (%)	0,30	0,28	0,30
Triptofano (%)	0,07	0,06	0,07
Valina (%)	0,39	0,36	0,39
Metionina + Cisteína (%)	0,37	0,34	0,37
Arginina SID (%)	0,38	0,35	0,38
Cisteína SID (%)	0,16	0,15	0,16
Histidina SID (%)	0,22	0,20	0,22
Isoleucina SID (%)	0,28	0,26	0,28
Leucina SID (%)	0,95	0,87	0,95
Lisina SID (%)	0,24	0,22	0,24
Metionina SID (%)	0,17	0,16	0,17
Treonina SID (%)	0,25	0,23	0,25
Triptofano SID (%)	0,06	0,05	0,06
Valina SID (%)	0,36	0,33	0,36
TDF (%)	8,10	8,20	8,53

NDF: fibra detergente neutro; ADF: fibra detergente ácido; NSP: polissacarídeos não amido; ADL: lignina detergente ácido; TDF: fibra dietética total.

Tabela 5. Análises de espectrometria NIR para farelo de soja, das dietas para as fases inicial, crescimento e final.

	Inicial	Crescimento	Final
Total A+X	4,12	3,94	3,70
Fósforo fítico (%)	0,41	0,42	0,42
Cinzas (%)	6,17	6,24	6,27
Gordura (Hidrólise Ácida) (%)	2,90	2,41	2,57
Fibra (%)	5,17	4,02	5,26
Umidade (%)	12,06	11,69	11,93
Proteína (%)	45,22	46,92	47,46
Amido (%)	9,48	8,29	7,09
Total NSP (%)	16,45	16,05	15,51
Urease (U) (%)	0,06	0,06	0,06
A+X insolúvel (%)	3,35	3,06	2,83
Glicose insolúvel (%)	4,46	3,89	3,75
Glicose total (%)	4,82	4,23	4,13
NSP insolúvel (%)	12,46	12,02	11,46
NDF (%)	8,61	5,42	9,04
ADF (%)	6,40	5,84	5,92
Lignina (ADL) (%)	1,45	1,17	1,34
Açúcar (%)	8,94	9,72	9,62
Arginina (%)	3,11	3,23	3,28
Cisteína (%)	0,58	0,62	0,58
Histidina (%)	1,11	1,15	1,17
Isoleucina (%)	1,97	2,03	2,06
Leucina (%)	3,30	3,40	3,45
Lisina (%)	2,70	2,78	2,82
Metionina (%)	0,58	0,61	0,57
Treonina (%)	1,71	1,76	1,79
Triptofano (%)	0,61	0,62	0,63
Valina (%)	2,01	2,07	2,10
Metionina + Cistina (%)	1,20	1,25	1,27
TDF (%)	16,37	15,81	15,66

NDF: fibra detergente neutro; ADF: fibra detergente ácido; NSP: polissacarídeos não amido; ADL: lignina detergente ácido; TDF: fibra dietética total.

Tabela 6. Análises de espectrometria NIR para soja integral desativada, das dietas para fase inicial, crescimento e final.

(%)	Inicial	Crescimento	Final
Total A+X	3,49	3,38	3,00
Fósforo fítico (%)	0,41	0,41	0,40
Cinzas (%)	6,79	6,77	6,90
Gordura (Hidrólise Ácida) (%)	21,73	21,88	22,65
Fibra (%)	3,96	3,84	3,79
Umidade (%)	9,75	9,85	9,37
Proteína (%)	35,84	35,96	36,44
Amido (%)	6,64	6,53	6,22
Total NSP (%)	12,82	12,57	11,65
Urease (U) (%)	0,04	0,04	0,04
A+X insolúvel (%)	3,06	2,94	2,59
Glicose insolúvel (%)	2,18	2,06	1,84
Glicose total (%)	2,77	2,66	2,44
NSP insolúvel (%)	10,48	10,25	9,30
NDF (%)	9,88	9,60	8,79
ADF (%)	5,28	5,27	5,44
Lignina (ADL) (%)	0,39	0,38	0,12
Açúcar (%)	7,51	7,55	7,85
Arginina (%)	2,71	2,87	2,68
Cisteína (%)	0,45	0,47	0,48
Histidina (%)	0,96	0,99	1,00
Isoleucina (%)	1,73	1,78	1,81
Leucina (%)	2,84	2,93	2,97
Lisina (%)	2,34	2,47	2,32
Metionina (%)	0,54	0,56	0,56
Treonina (%)	1,42	1,47	1,49
Triptofano (%)	0,54	0,55	0,56
Valina (%)	1,73	1,79	1,82
Total Lisina reativa (%)	81,44	91,01	80,52
TDF (%)	12,12	11,87	10,96

NDF: fibra detergente neutro; ADF: fibra detergente ácido; NSP: polissacarídeos não amido; ADL: lignina detergente ácido; TDF: fibra dietética total.

2.5 RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO DE CARCAÇA

Aos 42 dias de idade, as aves foram submetidas a jejum de 8h, e em seguida quatro frangos por tratamento (240) foram, identificados e abatidos pelo método de insensibilização elétrica (eletronarcose), de acordo com a legislação vigente para este tipo de estabelecimento. Antes do abate as aves foram pesadas para determinação de peso vivo. Após a evisceração as carcaças foram lavadas e encaminhadas para um

chiller de resfriamento, permanecendo até atingir temperatura entre 1 a 2 °C. Em seguida foram pesadas individualmente para determinação de rendimento de carcaça resfriada pescoço e cabeça (RCRPC), utilizando a seguinte equação: RCRPC (%): (peso da carcaça X 100) / peso vivo, e dos cortes peito, coxa, sobrecoxa e dorso.

3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro Wilk). Em seguida submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando significativas as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% ($P < 0,05$), e no caso de efeitos foram submetidos a análises de regressão quadrática.

Os dados obtidos para os tratamentos com níveis crescentes de SID foram submetidos à análise de regressão quadrática ($P < 0,05$), conforme o modelo:

$$Y = a + b \times X$$

Substituindo o Y (variável dependente) na equação é possível encontrar o valor X, que representa a porcentagem de SID.

4. RESULTADOS

4.1 DESEMPENHO

Os resultados para desempenho na fase inicial (1 a 14 dias) são apresentados na tabela 7. Frangos de cortes alimentados com dietas sem adição de SID ou com menores porcentagens apresentaram maior CR ($P < 0,05$). A inclusão de níveis de SID nas dietas, não proporcionou aumento do PV e GPM ($P > 0,05$). Ao avaliar CAR e CAM, observa-se que a dieta sem inclusão de SID e com inclusão de 10% apresentaram os piores resultados ($P < 0,05$).

Observa-se nas figuras 1, 2 e 3 um efeito quadrático para as análises de CR, CAR e CAM para a fase inicial.

O CR e o PV não foram influenciado pelos níveis de SID nas dietas para a fase crescimento (15 a 28 dias), ($P > 0,05$), observados na tabela 8. Ao analisar o GPM a inclusão de 10% do ingrediente proporcionou o melhor GPM ($P < 0,05$), porém, quando se adicionou 30% esse resultado foi o menor.

No que se refere a CAR e CAM, melhores conversões ocorreram quando a inclusão do ingrediente foi de 10% ($P < 0,05$), as piores conversões foram observadas em dietas com 30% ($P < 0,05$).

Os resultados de desempenho das aves da fase final (29 a 42 dias) são apresentados na tabela 9. Nenhuma das variáveis foram influenciadas pelos níveis de SID nas dietas ($P > 0,05$).

Quando se avaliou o desempenho das aves no período de 1 a 42 dias de idade, não houve diferença significativa para nenhuma das variáveis avaliadas, conforme tabela 10.

Tabela 7. Consumo de ração (CR), peso vivo (PV), ganho de peso médio (GPM), conversão alimentar (CAR) e conversão alimentar média (CAM) de frangos de corte, consumindo rações contendo níveis crescentes de SID de 1 a 14 dias de idade.

TRAT.	SID (%)	CR	PV	GPM	CAR	CAM
1	0	557±6,4 a	524±5,3	475±5,2	1,164±000,6 a	1,177 a
2	10	550±6,4 ab	526±5,3	478±5,2	1,153±000,6 ab	1,151 ab
3	20	547±6,7 ab	533±5,3	485±5,2	1,129±000,6 bc	1,129 bc
4	30	528±6,4 b	519±5,6	470±5,3	1,138±000,6 b	1,138 b
5	40	531±6,4 ab	528±5,3	479±5,2	1,109±000,6 c	1,109 c
CV		4,07	3,48	3,81	1,78	2,19
ERRO		3,3105	2,5099	2,4957	0,003	0,004
PROB.		0,0098	0,4500	0,3820	<0,0001	<0,0001
Linear		0,0011	>0,005	>0,005	<0,0001	<0,0001
Quadrática		0,6995	>0,005	>0,005	0,8586	0,4025

TRAT: Tratamento; CV: Coeficiente de variação; PROB.: Probabilidade.

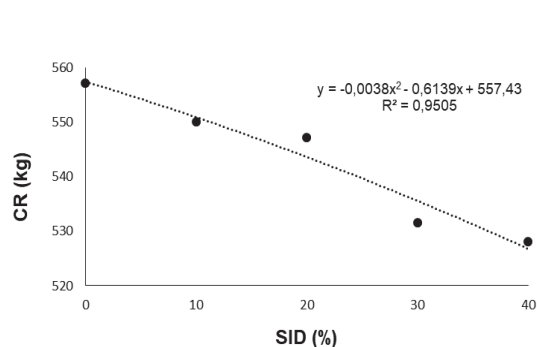


Figura 1. Regressão quadrática de CR de frangos de corte alimentados com dietas com níveis crescentes de SID, para a fase inicial.

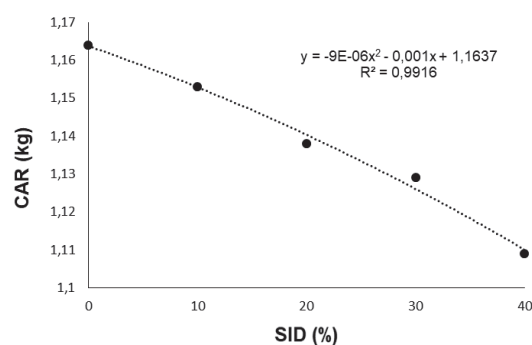


Figura 2. Regressão quadrática de CAR de frangos de corte alimentados com dietas com níveis crescentes de SID, para a fase inicial.

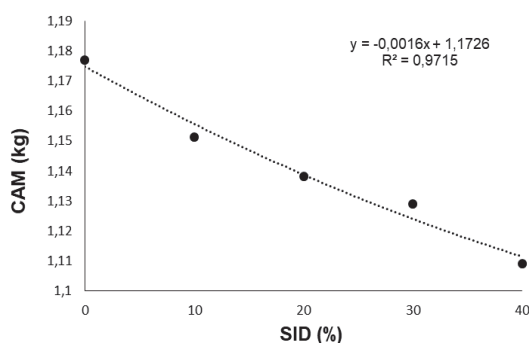


Figura 3. Regressão quadrática de CAM de frangos de corte alimentados com dietas com níveis crescentes de SID, para a fase inicial.

Tabela 8. Consumo de ração (CR), peso vivo (PV), ganho de peso médio (GPM), conversão alimentar (CAR) e conversão alimentar média (CAM) de frangos de corte, consumindo níveis crescentes de SID de 15 a 28 dias de idade.

TRAT	SID (%)	CR	PV	GPM	CAR	CAM
1	0	1674±16,5	1732±17,9	1208 ab	1,404±0,013 ab	1,389±0,014 ab
2	10	1693±16,5	1774±17,9	1247 a	1,377±0,013 b	1,359±0,014 b
3	20	1677±16,5	1736±17,9	1202 ab	1,403±0,013 ab	1,399±0,014 ab
4	30	1666±17,4	1708±18,9	1179 b	1,434±0,014 a	1,421±0,015 a
5	40	1707±16,5	1760±17,9	1232 ab	1,379±0,014 b	1,388±0,014 ab
CV		3,39	3,58	4,68	3,18	3,59
ERRO		7,1908	8,3563	8,5608	0,0073	0,0082
PROB.		0,4398	0,1196	0,0506	0,0198	0,0709
Linear		>0,005	0,7423	>0,005	0,8509	0,2871
Quadrática		>0,005	0,5045	>0,005	0,3964	0,7241

TRAT: Tratamento; CV: Coeficiente de variação; PROB.: Probabilidade.

Tabela 9. Consumo de ração (CR), peso vivo (PV), ganho de peso médio (GPM), conversão alimentar (CAR) e conversão alimentar média (CAM) de frangos de corte, consumindo níveis crescentes de SID de 29 a 42 dias de idade.

TRAT	SID (%)	CR	PV	GPM	CAR	CAM
1	0	2619±29,5	2995,5	1285±24,3	2,088±0,031	2,082
2	10	2584±29,5	3005,2	123±23,0	2,126±0,031	2,106
3	20	2640±29,5	2993,9	125±23,0	2,127±0,031	2,105
4	30	2662±31,1	2962,4	1269±23,0	2,141±0,033	2,081
5	40	2659±29,5	3014,1	1254±23,0	2,128±0,031	2,127
CV		3,88	3,91	6,33	5,11	5,24
ERRO		12,633	14,494	10,511	0,0136	0,0135
PROB.		0,3326	0,8526	0,5811	0,8112	0,8322

TRAT: Tratamento; CV: Coeficiente de variação; PROB.: Probabilidade

Tabela 10. Consumo de ração (CR), peso vivo (PV), ganho de peso médio (GPM), conversão alimentar (CAR) e conversão alimentar média (CAM) de frangos de corte, consumindo níveis crescentes de SID de 1 a 42 dias de idade.

TRAT	SID (%)	CR	PV	GPM	CAR	CAM
1	0	4851	2995	2946	1,654	1,647
2	10	4828	3005	2956	1,642	1,634
3	20	4866	2993	2945	1,659	1,654
4	30	4810	2962	2913	1,681	1,653
5	40	4899	3014	2965	1,652	1,654
	CV	3,06	3,91	3,96	2,52	2,90
	ERRO	18,300	14,494	14,482	0,00578	0,00363
	PROB.	0,6393	0,8526	0,8498	0,2650	0,8220

TRAT: Tratamento; CV: Coeficiente de variação; PROB.: Probabilidade

4.2 RENDIMENTO DE CARÇAÇA

O rendimento de carcaça resfriada pescoço e cabeça, coxa e sobrecoxa não foram influenciados pela inclusão de níveis crescentes de SID. Porém, frangos de corte alimentados com dietas sem adição de SID e com o menor nível (10%) apresentaram maior rendimento de peito ($P < 0,05$), e menor rendimento de dorso ($P < 0,05$). Nas figuras 4 e 5 observa-se um efeito quadrático para rendimento de peito e dorso para aves aos 42 dias.

Tabela 11. Rendimento de carcaça resfriada pescoço e cabeça (RCRPC), e cortes (%) de frangos de corte alimentados com dietas com níveis crescentes de SID aos 42 dias de idade.

TRAT	SID (%)	RCRPC	Coxa	Sobrecoxa	Peito	Dorso
1	0	84,032	12,379	13,687	37,034 a	13,987 b
2	10	83,584	12,512	13,807	36,287 ab	14,145 ab
3	20	83,674	12,542	14,110	35,593 b	14,054 ab
4	30	83,132	12,469	14,033	35,511 b	14,222 ab
5	40	83,111	12,639	14,124	35,318 b	14,420 a
	CV	1,96	5,25	5,60	4,78	5,08
	ERRO	0,1095	0,0427	0,0511	0,1183	0,0475
	PROB.	0,0329	0,4268	0,0197	<0,0001	0,0392
LINEAR		>0,005	>0,005	>0,005	<0,0001	<0,0001
QUADRÁTICA		>0,005	>0,005	>0,005	0,0673	0,3762

TRAT. = Tratamento. CV = Coeficiente de variação. PROB. = Probabilidade. (RCRPC) = Rendimento de carcaça resfriada pescoço e cabeça

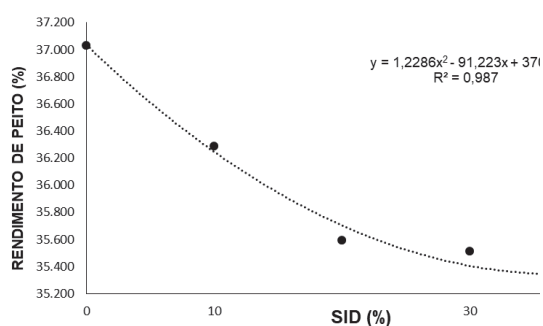


Figura 4. Regressão quadrática do rendimento de peito de frangos de corte alimentados com dietas com níveis crescentes de SID aos 42 dias.

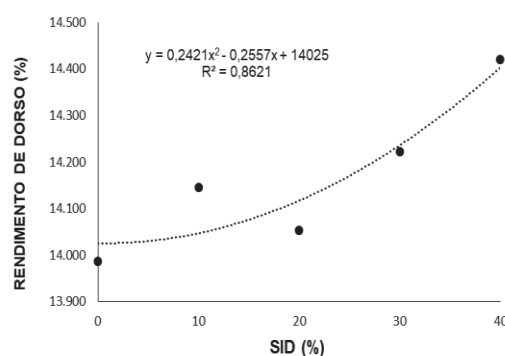


Figura 5. Regressão quadrática do rendimento de dorso de frangos de corte alimentados com dietas com níveis crescentes de SID aos 42 dias.

5. DISCUSSÃO

5.1 DESEMPENHO

O desempenho de frangos de corte, normalmente é relacionado a um maior consumo de ração, melhor digestão e absorção dos nutrientes fornecidos na dieta, a saúde intestinal e até mesmo os fatores ambientais, ou ainda uma associação desses fatores (VAN DER AARA et al., 2017).

Neste estudo, a dieta formulada com 30% de SID na fase inicial (1 a 14 dias de idade), promoveu o menor CR, já o tratamento em adição de SID ocasionou maior CR, constatando um aumento de 5% em relação aos pintinhos que receberam a dieta com 30% de SID. Apesar do tratamento sem inclusão de SID apresentar maior CR, não proporcionou maior PV e GPM, porém, proporcionou melhor CAR e CAM

De acordo com Owens (1986), essa redução no consumo de ração para dietas com inclusão de soja desativada, pode ser justificada pelo processamento em que os grãos são submetidos, tendo em vista que, o calor, a umidade e a pressão utilizados no processo podem proporcionar um rompimento da matriz proteica que encapsula o grânulo de amido, o qual podem promover maior eficiência do ingrediente, ocasionando menor consumo. Por outro lado, Reis et al. (2001), também afirmam que os fatores antinutricionais presentes no farelo de soja podem influenciar na digestibilidade, aumentando o tempo de passagem dos alimentos pelo sistema digestório, porém, motivam menor CR, o que não ocorreu neste estudo.

A soja integral desativada é considerada uma boa alternativa na nutrição de frangos de corte, uma vez que, ela não passa pelo processo de extração de óleo, com isso seu perfil lipídico se assemelha ao do farelo de soja, com potencial de substituição dos ingredientes (COSTA et al., 2015). Conforme os resultados deste estudo, na fase inicial, as fontes lipídicas presentes na SID podem ter proporcionado maiores conversões nos tratamentos, e além disso, ter favorecido um menor CR.

Aves alimentadas com 40% de SID na dieta, apresentaram melhora na CAR em 5% quando comparada as dietas em que não de inclui SID, já para CAM o resultado foi 6% maior em relação ao tratamento sem inclusão do ingrediente, demonstrando que as dietas sem SID proporcionaram menores conversões. De acordo com Costa et al. (2006), a conversão alimentar está relacionada ao processamento da soja, e este quando realizado de forma adequada, proporciona a redução dos fatores

antinutricionais, possibilitando maior absorção dos nutrientes o que facilita a ação das enzimas.

Diferentemente deste estudo, Garcia et al. (2000), em dietas contendo soja extrusada não observaram influencia para consumo de ração em nenhuma das fases dos animais. De acordo com Scottá et al. (2016), aves mais jovens possuem menor aproveitamento nutricional, em função do perfil enzimático.

No que se refere a fase crescimento (15 a 28 dias de idade), as análises de CR e PV não apresentaram diferenças significativas, no entanto, observa-se que nestes tratamentos o CR e PV foram maiores. Frangos alimentados com dietas com inclusão de 10% de SID apresentaram os maiores resultados de CAR e CAM, para CAM o resultado foi 5% maior, quando comparado a aves submetidas a dieta com 30% do ingrediente, no qual registrou-se as piores conversões.

A SID pode ser considerada uma boa fonte de lipídios, levando em conta que em seu processamento não ocorre a extração do óleo, a tornando semelhante ao farelo de soja neste parâmetro e em porções proteicas (COSTA et al., 2015).

Em estudo realizado por Fernandes et al. (2012), utilizando soja integral desativada a vácuo, farelo de soja e sorgo, os autores concluíram que não houve diferenças estatísticas para CR, PM e CA para a fase inicial até aos 21 dias, o que difere desta pesquisa para CA, em que apresentou diferença estatística.

Neste estudo, as avaliações para GPM, apresentaram diferença significativa somente na fase de 14 a 28 dias de idade.

Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que na fase inicial as aves podem apresentar uma capacidade fisiológica reduzida em aproveitamento do conteúdo de extrato etéreo presente na soja (SAKOMURA, et al., 1998). As aves elevam a capacidade de aproveitar a gordura da dieta da 2ª a 6ª semana de idade. Aves mais jovens apresentam limitações fisiológicas que prejudicam a absorção e digestão dos lipídios. No entanto, conforme aumenta a idade das aves, a secreção da enzima lipase também aumenta, porém, muitas vezes pode não acompanhar a relação enzima/substrato, tendo em vista que, o consumo de ração tende a aumentar durante o ciclo de produção (RAVINDRAN et al., 2016).

Em dietas de frangos de corte, Oliveira et al. (2005), testaram soja integral extrusada, e não observaram diferenças significativas para CR, GP e CA na fase de 8 a 21 dias de idade. Mesmo sendo um processo importante para a desativação de fatores antinutricionais e por melhorar a disponibilidade de nutrientes não influenciou nos resultados referidos

Ao avaliar o desempenho dos frangos na fase final (29 a 42 dias de vida), observa-se que, não houve efeito da SID para nenhuma das variáveis avaliadas.

Quando se avalia todo período de produção (1 a 42 dias de idade), em nenhuma das variáveis avaliadas houve diferenças estatísticas.

A desativação dos fatores antinutricionais contidos na soja, pode ser realizada por vários processos térmicos, dentre esses, além da soja desativada a vácuo, um processo semelhante, porém, sem a submissão ao vácuo é a extrusão, no qual é utilizado pressão, umidade e alta temperatura, é amplamente relatado na literatura para a nutrição de aves.

Estudos realizados por Sakomura et al. (1998), na fase de 1 a 21 dias de idade em experimento com frangos de corte, alimentados com soja integral extrusada (SIE), apresentaram consumo superior em relação as aves alimentadas com soja integral tostada (SIT). Assim como neste estudo, observaram que não houve diferenças significativas no CR nas fases de 22 a 42 dias, 43 a 49 ou quando avaliaram o período de 1 a 49 dias de idade. Os resultados obtidos pelos autores podem ser explicados pelos diferentes processamentos dos grãos, no processo de extrusão os grãos são plasticizados e cozidos por meio da combinação de calor, pressão e cisalhamento mecânico. Já no processo de tostagem, o cozimento ocorre por meio de calor (chama de gás, ar quente, vapor) e não ocorre rompimento do grão, sendo necessário a moagem ao final do processo (WALDROUP, 1982).

Em dietas farelo de soja mais óleo degomado de soja (FS + óleo), soja integral extrusada (SIE) e soja integral tostada a vapor (SITV), Sakomura et al. (1998), observaram que o consumo de ração não foi influenciado com os diferentes tipos de soja testados nas dietas, na fase de 22 a 42 dias, 43 a 49 dias e no período de 1 a 49 dias de idade. Contudo, ração com SIE promoveu maior ganho de peso em relação ao tratamento com FS + óleo, e não diferiu da dieta com SITV, e a conversão alimentar dessas dietas foi melhor quando comparada a dieta FS + óleo. Os pesquisadores observaram que SIE e SITV não apresentaram diferenças e o desempenho dos animais foi superior em relação ao tratamento com FS + óleo.

Em experimentos com aves Opalinski et al. (2006), quando utilizaram SID e níveis crescentes de um complexo enzimático nas dietas, (de 1 a 42 dias) em tratamentos contendo somente SID o menor GP em relação aos demais tratamentos, diferindo deste estudo, que mesmo não apresentando diferenças significativas os resultados de GP foram maiores, para níveis de SID. O maior GP encontrados pelos pesquisadores foi de 2,464 kg, quando incluíram 25 (g/t) de enzimas, observa-se que

em relação a este estudo, tiveram uma redução de 18% quando comprado ao menor GP identificado quando a adição foi de 30% de SID. Conforme Sloan et al. (1971), a extrusão de soja em dietas de frangos de corte não apresentou efeito sobre ganho de peso dos animais. Em relação a conversão alimentar, os autores observaram melhor resultado para aves que receberam dieta com SITV em comparação as demais dietas, porém, somente na fase de 1 a 21 dias de idade.

O processo de extrusão nem sempre apresenta efeito positivo sobre desempenho de frangos de corte Rahman et al. (2015), em estudos realizados por Nageswara et al. (2004), os autores constataram que a inclusão de soja extrusada não proporcionou efeito positivo para o desempenho de poedeiras.

Além do processo de desativação de fatores antinutricionais por meio de processos térmicos, alguns estudos com outros ingredientes submetidos a processos térmicos demonstram que o processo é efetivo. Nalle et al. (2013), mostram que o processo de extrusão em ervilhas reduziu a atividade do inibidor de tripsina, porém, no geral para frangos de corte a extrusão não foi benéfica para melhorar o valor nutritivo. Rahman et al. (2015), evidenciam que os processos de desativação dos fatores antinutricionais por meio de temperatura, em relação ao desempenho de aves pode ser controverso, em algumas pesquisas apresenta resultados eficiente e em outros nem tanto e podem ser influenciados pela execução e condições do processo.

5.2 RENDIMENTO DE CARCAÇA

O rendimento de carcaça, coxa e sobrecoxa não foram influenciados pelas dietas. Para as análises de peito e dorso houve efeitos significativos, porém, frangos alimentados com dietas sem inclusão de SID apresentaram resultado 5% maior para peito em relação a aves que receberam dieta com 40% de SID. Em relação a dorso o resultado foi inverso, no qual, aves que receberam dietas com 40% de SID evidenciaram um de aumento de 3% em relação a dieta sem adição do ingrediente.

As dietas sem adição de SID ocasionaram uma leve redução para as análises, sobrecoxa e dorso. Já para rendimento de peito os resultados foram inversos, menores porcentagens de SID ocasionaram melhora crescente no rendimento deste corte.

Os resultados para coxa demonstram não haver diferenças entre os tratamentos, no entanto, para as análises de coxa e sobrecoxa os resultados foram menores quando as dietas não continham SID.

Em estudos realizados por Sakomura et al. (1998), em dietas com farelo de soja mais óleo degomado de soja (FS + óleo), soja integral extrusada (SIE) e soja integral

tostada a vapor (SITV), não encontraram diferenças significativas para rendimento de carcaças. Costa et al. (2015), em estudo com uma dieta formulada somente à base de milho e farelo de soja, dieta com soja integral extrusada (SIE) e óleo degomado e dieta soja semi-integral extrusada (SSIE) e óleo degomado, não observaram diferença estatística para rendimento dos cortes, peito, coxa, sobrecoxa e carcaça aos 42 dias. Observa-se que, no referido estudo os autores, encontram resultados relativamente menores para essa variável, 32% em dieta com SIE e 31,64% em dieta com SSIE. Porém, para coxa e sobrecoxa os resultados foram maiores quando comparado a este estudo.

Em pesquisa realizada por Laral et al. (2006), utilizando soja extrusada na dieta de frango de corte, observaram que para as variáveis de coxa e peito não foram influenciadas pelos níveis de soja, observa-se que para coxa o resultado está de acordo com este estudo, porém, para peito os maiores resultados foram observadas quando não se utilizou SID e no tratamento com menor porcentagem.

Em estudos realizados por Diaz et al. (2006), avaliando o efeito de ervilhas, semente de tremço e favas extrusadas nas dietas de frangos, observaram que aves alimentadas com fava extrusada resultaram em melhores resultados para peito, que pode ser justificado pela maior digestibilidade de alimento (DAHLIN e LORENZ, 1993). Em pesquisa com 29% de soja extrusada em substituição ao farelo de soja na alimentação de patos, Biesek et al. (2021), observaram maior peso de carcaça, peito e pernas em animais que receberam a dieta com o ingrediente. Conforme relatado por Marsman et al. (1997), frangos com dietas soja integral extrusada apresentaram melhor desempenho.

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados para os parâmetros avaliados neste estudo, a SID pode ser disponibilizadas nas dietas sem comprometer o desempenho das aves.

7. REFERÊNCIAS

- ABDOLLAHI, M. R.; RAVINDRAN, V.; WESTER, T. J.; RAVINDRAN, G.; THOMAS, D. V. Effect of improved pellet quality from the addition of a pellet binder and/or moisture to a wheat-based diet conditioned at two different temperatures on performance, apparent metabolizable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v.175, p.150-157, 2012.
- ALVES, M. G. M.; DE FREITAS ALBUQUERQUE, L.; BATISTA, A. S. M. Qualidade da carne de frangos de corte. **Essentia - Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, v. 17, n. 2, 2017.
- ARAUJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L. L.; LIMA, M. R.; LIMA, C.B. Uso de aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasília**, v. 1, n. 3, p. 69 -77, 2007.
- ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA O. M.; ARAÚJO, C. S. S.; SAKOMURA, N. K. Diferentes níveis de lisina para duas linhagens de frangos de corte na fase final de criação. **Anais da Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas**, p. 43, 1999.
- BATAGLIA, A. M. A extrusão no preparo de alimentos para animais. In: Simpósio Brasileiro de Nutrição Animal, 3, Seminário sobre Tecnologia da Produção de Rações, 2. **Anais**, p. 73-81, 1990.
- BENEVIDES C. M de J.; SOUZA M. V.; SOUZA R. D. B. LOPES M. V. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**. v. 18, p. 67-79, 2011.
- BRITO, C. L.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H.S. GOMES, P. C.; DIONIZIO, M. A.; CARVALHO, D. C. O. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 457-461, 2006.
- COSTA, F. G. P. et al. Desempenho de pintos de corte alimentados com rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 1, p. 11-16, 2006.
- DAHLIN, K.; LORENZ, K. Protein digestibility of extruded cereal grains. **Food Chemistry**, v. 48, p. 13-18, 1993.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (EMBRAPA), 2021. Custos de produção de suínos e de frangos de corte caem pela primeira vez em 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/60857212/custos-de-producao-de-suinos-e-de-frangos-de-corte-caem-pela-primeira-vez-em-2021>>. Acesso em: 21 de junho de 2021.
- ERDAW M. M.; PEREZ-MALDONADO R. A.; IJI P. A. Physiological and health-related response of broiler chickens fed diets containing raw, full-fat soya bean meal

supplemented with microbial protease. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 102, p. 533-544, 2017.

ERDAW, M. M.; PEREZ-MALDONADO, R. A.; BHUIYAN, M.; IJI, P. A. Physicochemical properties and enzymatic in vitro nutrient digestibility of full-fat soybean meal. **Journal Food Agriculture Environ**, v. 14, n. 14, p. 85 - 91, 2016.

FARAG, M. D. E. H. The nutritive value for chicks of full-fat soybeans irradiated at up to 60 kGy. **Animal Feed Science and Technology**, v. 73, n. 3-4, p. 319-328, 1998.

FÉLIX, A., BRITO, C. B., FERRARINI, H., RODRIGUEZ, M. I., OLIVEIRA, S. G.; MAIORKA, A. Características físico-químicas de derivados proteicos de soja em dietas *extrusadas para cães*. **Ciência Rural**, v. 40, p. 2568-2573, 2010.

FERNANDES, E. A.; FARIA, L. A.; CUNHA, M. C. V.; LOURENÇO, T.C.; OLIVEIRA, R. C. Avaliação de soja integral desativada termicamente em reator a vácuo em dieta de frangos de corte a base de sorgo. **Revista brasileira de Ciência Avícola**, v. 52, 2012.

FERREIRA C. B.; GERALDO A.; VIEIRA FILHO J. A.; BRITO J. A. G.; BERTECHINI A. G.; PINHEIRO S. R. F. Associação de carboidrases e fitase em dietas valorizadas e seus efeitos sobre desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras leves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 1, p. 249 - 254, 2015.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; SANTOS, A. L.; FERNANDES, J. B. Efeito do processamento da soja integral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1938- 1949, 2005.

GARCIA, E. R. M.; MURAKAMI, A. E.; BRANCO, A. F.; FURLAN, A. C, MOREIRA, I. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1414-1426, 2000.

JAKUB BIESEK, J.; BANASZAK, M.; KUZNIACKA, J.; ADAMSKI, M. Characteristics of carcass and physicochemical traits of meat from male and female ducks fed a diet based on extruded soybean, **Poultry Science**, v. 100, n. 7, 2021.

JENSEN, L.S. Influence of pelleting on the nutritional needs of poultry. **Journal Animal Science**, v. 13, p. 35–46, 2000.

LABIER, M.; LECHERQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**. Leicestershire: Nottingham University, p. 305, 1994.

LARAL, M. R. BAIÃO, N. c.; AGUILAR, C. A. L.; CANÇADO, S.V.; FIUZA, M. A.; RIBEIRO, B. R.C. Rendimento, composição e teor de ácidos graxos da carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes fontes lipídicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 1, p. 108-115, 2006.

MARSMAN, G. J. P.; GRUPPEN, H.; VANDERPOEL, A. F. B. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal

nutriente digestibilities, and chym characteristics in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 76, p. 864-872, 1993.

MENDES, W. S.; SILVA, I. J.; FONTES, D.; RODRIGUEZ, N. M.; MARINHO, P.C.; AROUCA, C.L.C.; SILVA, F.C.O. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 2, p. 207-213, 2004.

RAHMAN, M. A. U.; REHMAN, A.; CHUANQI, X.; LONG, Z. L.; BINGHAI, C.; LINBÃO, J.; HUAWEL, S. Extrusion of Feed/Feed Ingredients and Its Effect on Digestibility and Performance of Poultry: A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 4, n. 4, p. 48 – 61, 2015.

NAGATA, A. K, RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T. Energia metabolizável de alguns alimentos energéticos para frangos de corte determinada por ensaios metabólicos e por equações de predição. **Ciência Agrotecnica**, v. 28, n. 03, p. 668-677, 2004.

NAGESWARA, A. R.; REDDY, V.R.; REDDY, A. S. K. Effect of processing of feeds by pelleting, extrusion cooking and expander extrusion on the performance of layers. **Journal Poultry Science**, v. 39, p. 171-174, 2004.

NALLE, C. L.; RAVINDRAN, G.; RAVINDRAN, V. Extrusion of peas (*Pisum sativum* L. Effects on the apparent metabolisable energy and ileal nutrient digestibility of broilers. **American Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v. 6, p. 25-30, 2013.

NIKMARAM, N.; LEONG, S. Y.; KOUBAA, M.; ZHU, Z.; BARBA, F. J.; GREINER, R.; OEY, I.; ROOHINEJAD, S. Effect of extrusion on the anti-nutritional factors of food products: An overview. **Food Control**, v. 79, p. 62 - 73, 2017.

NUNES, R. V.; BUTERI, C. B.; VILELA, C. G.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, p. 235-269, 2001.

OLIVEIRA, F.; COSTA, F.G. P.; SILVA, J. H. V.; BRANDÃO, P. A.; AMARANTE JÚNIOR, V. S.; NASCIMENTO, G. A. J.; BARROS, L. R. Desempenho de frangos de corte nas fases de crescimento e final alimentados com rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1950-1955, 2005.

OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F.; MARTINS DA SILVA, E.C.; BORGES, S.A. Adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada para frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 3, p. 31-35, 2006.

OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F.; ROCHA, C.; BORGES, A.S. Adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada melhora desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 40, n. 3, p. 628-632, 2010.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 1634, 1986.

RAVINDRAN, V.; TANCHAROENRAT, P.; ZAEFARIAN, F.; RAVINDRAN, G. Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilization. **Animal Feed Science and Technology**, v. 213, p. 1–21, 2016.

REIS, T. A. F.C.; DIAS, F. M. V.; FONTES, C. M. G. A.; SOARES, M.C.; FERREIRA, L.M.A. Avaliação do potencial biotecnológico de xilanases do *Clostridium thermocellum* e *Cellvibrio mixtus*: sua utilização na suplementação de dietas à base de trigo para frangos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v.96, p.125-134, 2001.

RENNER, R.; HILL, F. W. Studies on the effect of heat treatment on the metabolizable energy value of soybeans and extracted soybeans flakes for the chick. **Journal Nutritime**, v. 70, p. 219-225, 1960.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, p. 252, 2011.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV **Imprensa Universitária**, p. 187, 2005.

SAKOMURA, N. K.; BIANCHI, M. D.; PIZAURRO JR. J. M.; CAFÉ, M. B.; FREITAS, E. R. Efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 924-935, 2004.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, R. D.; LAURENTZ, A. C.; MALHEIROS, E. B.; NAKAJI, L. S. O. Avaliação da soja integral tostada ou extrusada sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 584-594, 1998.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; CONTE, A. J.; SILVA, H. O. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência Agropecuária**, v. 27, n. 6, p. 1380-1387, 2003.

SCOTTÁ, B. A.; ALBINO, L. F. T.; BRUSTOLINI, P. C.; GOMIDE, A. P. C.; CAMPOS, P. F.; RODRIGUES, V. V. Determinação da composição química e dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos proteicos para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 4, p. 501-508, 2016.

SLOAN, D. R.; BOWEN, T. E.; WALDROUP, P. W. Expansion-extrusion processing of corn, milo and raw soybeans before and after incorporation in broiler diets. **Poultry Science**, v. 50, p. 257-260, 1971.

VAN DER AAR, P. J.; MOLIST, F.; VAN DER KLIS, J. D. The central role of intestinal health on the effect of feed additives on feed intake in swine and poultry. **Animal Feed Science and Technology**, v. 233, p. 64–75, 2017.

WALDROUP, P.W. Whole soybeans for poultry feeds. World's **Poultry Science Journal**, v. 38, n. 1, p. 28-35, 1982.

8. REFERÊNCIAS

ABDOLLAHI M. R.; RAVINDRAN, V.; SVIHUS B. Pelleting of broiler diets: an overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. **Animal Feed Science Technology**, v. 179, p. 1-23, 2013.

ABDOLLAHI, M. R. **Influence of feed processing on the performance, nutrient utilisation and gut development of poultry and feed quality**. Massey University, Palmerston North, New Zealand. Tese de Doutorado. 2011.

ABDOLLAHI, M. R.; RAVINDRAN, V.; SVIHUS, B. Influence of grain type and feed form on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of nitrogen, starch, fat, calcium and phosphorus in broiler starters. **Animal Feed Science and Technology**, v. 186, p. 193-203, 2013.

ABDOLLAHI, M. R.; RAVINDRAN, V.; WESTER, T. J.; RAVINDRAN, G.; THOMAS, D. V. Effect of improved pellet quality from the addition of a pellet binder and/or moisture to a wheat-based diet conditioned at two different temperatures on performance, apparent metabolizable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v.175, p.150-157, 2012.

ABDOLLAHI, M. R.; RAVINDRAN, V.; WESTER, T.J.; RAVINDRAN, G.; THOMAS, D.V. Influence of feed form and conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broiler starters fed wheat-based diet. **Animal Feed Science and Technology**, v. 168, n. 1/2, p. 88-99, 2011.

ALVES, M. G. M.; DE FREITAS ALBUQUERQUE, L.; BATISTA, A. S. M. Qualidade da carne de frangos de corte. **Essentia - Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, v. 17, n. 2, 2017.

AMERAH, A. M., RAVINDRAN, V., LENTLE, R. G., THOMAS, D. G., Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. **World's Poultry Science Journal**. v. 63, p. 439 – 455, 2007.

ANDRADE, T. V.; SANTOS, R. N. V.; ARAÚJO, D. J.; BRAULINO, D. S.; MOURA, M. V. B. T. P.; BORGES, L. S. Efeito de fatores antinutricionais encontrados nos alimentos alternativos e seu impacto na alimentação de não ruminantes – revisão. Revista Eletrônica **Nutritime**, v. 12, n. 6, p. 4394-4399, 2015.

ANDRÉS, J. J. L.; LASSERRE, A. A. A.; MENDOZA, L. F. M.; PANTEL, C. A.; GALLARDO J. R. P.; CONTRERAS, J. O. R. Environmental impact assessment of chicken meat production via an integrated methodology based on LCA, simulation and genetic algorithms. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 477-491, 2018.

ANFAR – Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. **Matérias-primas para a alimentação animal**. São Paulo, 1998.

ANGULO, E.; BRUFAU, J.; ESTEVE-GARCIA, E. Effect of a sepiolite product on pellet durability in pigs diet differing in particle size and in broiler starter and finisher diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.63, p. 25-34, 1996.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 33, 1995.

AOAC. Official method of Analysis. 18th Edition, **Association of Officiating Analytical Chemists**, v. 14, 2005.

AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. **Official Method 992.23**, v. 2, n 3.2, 24 - 25, 2000.

AOCS. Official methods and recommended practices of the AOCS. Crude Fiber Analysis in Feeds by Filter Bag Technique Ba 6a-05. **American Oil Chemists Society**, 2009.

ARABA, M.; DALE, N.M. Evaluation of KOH solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. **Poultry Science**, v.69, p.76-83, 1990.

ARAUJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L. L.; LIMA, M. R.; LIMA, C.B. Uso de aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasileira**, v. 1, n. 3, p. 69 -7 7, 2007.

ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA O. M.; ARAÚJO, C. S. S.; SAKOMURA, N. K. Diferentes níveis de lisina para duas linhagens de frangos de corte na fase final de criação. **Anais da Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas**, p. 43, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). Estatística do setor. (2020). Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf>. Acesso em: 12 de julho de 2021.

BAIÃO, N. C.; LARA, L. J. C. Oil and Fat in Broiler Nutrition. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.7, n.3, p.129-141, 2005.

BATAGLIA, A. M. A extrusão no preparo de alimentos para animais. In: Simpósio Brasileiro de Nutrição Animal, 3, Seminário sobre Tecnologia da Produção de Rações, 2. **Anais**, p. 73-81,1990.

BEAKAWI AL-HASHEMI, H. M.; BAGHABRAAL-AMOUDI, O. S. A review on the angle of repose of granular materials. **Powder Technology**, v. 330, p. 397–417, 2018.

BEHNKE, K. C. **The Art (Science) of Pelleting**. American Soybean Association. May 23 – June 10, 2005.

BEHNKE, K. C.; BEYER, R. S. Effect of feed processing on broiler performance. VIII. **International Seminar on Poultry Production and Pathology**, 2002.

BEHNKE, K.C. Factors influencing pellet quality. **Animal Feed Science And Technology**, v.5, p.19-22, 2001.

BENEVIDES C. M de J.; SOUZA M. V.; SOUZA R. D. B. LOPES M. V. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**. v. 18, p. 67-79, 2011.

BERBENETS, O., PUGACH, A., LEBEDENKO, O. Aspectos econômicos do uso da soja extrusada na pecuária e aves. **Journal Agriculture Science**, v. 26, n. 5, p. 1034-1040, 2020

- BIAGI, J. D. Tecnologia da peletização da ração. In: Simpósio do colégio brasileiro de nutrição animal, 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.37-59, 1990.
- BRIGGS, J. L.; MAIER, D. E.; WATKINS, B. A.; BEHNKE, K. C. Effect of ingredients and processing parameters on pellet quality. **Poultry Science**, v.78, p. 1464-1471, 1999.
- BRITO C. O.; ALBINO L. F. T.; ROSTAGNO H. S.; GOMES P. C.; DIONÍZIO M. A.; CARVALHO D. C. O. Adição de complexo multienzimático em dietas à base desojaextrusada e desempenho de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 457-461, 2006.
- BRITO, C. L.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H.S. GOMES, P. C.; DIONIZIO, M. A.; CARVALHO, D. C.
- BRUM P. A. R.; LIMA G. J. M. M.; ÁVILA V. S.; ARDIGÓ M. L. R. Características Nutricionais da Soja Desativada por Diferentes Processos Térmicos para Alimentação de Frangos de Corte. **Comunicado Técnico**. Concórdia. 2006.
- CALIFORNIA PELLET MILL CO. The pelleting process. (2012). Disponível em: <<http://ww1.prweb.com/prfiles/2012/01/09/9090113/Animal%20Feed%20Pelleting>> Acesso em: 29 de outubro de 2021.
- CANAL RURAL. Formato da ração influencia no desempenho zootécnico das aves 2021. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/ligados-e-integrados/formato-da-racao-influencia-no-desempenho-zootecnico-das-aves/>>. Acesso em 24 de março de 2022.
- CARDEAL, P. C.; ROCHA, J. S. R.; FERREIRA, H. C.; SANTOS, C. H.; POMPEU, M. A.; CUNHA, C. E.; BAIÃO, N. C.; LARA L. J. C. Efeito do transporte de péletes sobre sua qualidade. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 5, p.1618-1622, 2014.
- CARVALHO D. C. D. O.; ALBINO, L. F. T.; VARGAS JUNIOR J. G. D.; TOLEDO, R. S.; OLIVEIRA, J. E. D.; SOUZA, R. M. D. Coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e valores de aminoácidos digestíveis do milho submetido a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 850-856, 2009.
- CARVALHO, A. Á., ZANELLA, I.; LEHNEN, C.; ANDRETTA, I.; LANFERDINI, E.; HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P. A. Digestibilidade aparente de dietas e metabolismo de frangos de corte alimentados com dietas contendo soja integral processada. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 477-483, 2008.
- CARVALHO, J. C. C. Desempenho e características de carcaças de frango de corte alimentados com dieta a base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, 2009.
- CAVALCANTI W. B. **The effect of ingredient composition on the physical quality of pelleted feeds: a mixture experimental approach**. Ph.D. dissertation. Manhattan, KS: Kansas State University; 2004.

- CAVALCANTI, W. B.; BEHNKE, K. C. Effect of composition of feed model systems on pellet quality: a mixture experimental approach. II. **Cereal Chemistry**, v. 82, n. 4, p. 462-467, 2005.
- CBA. Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. Método nº 36. Cinzas ou Matéria mineral, p. 137, 2009.
- CHUKWU, O.; AKANDE, F. B. Development of an apparatus for measuring angle of repose of granular materials. **International Journal of Applied Engineering and Technology**, v. 4, p. 62-66, 2007.
- COBB. Manual De Manejo de Frango de Corte. Cobb-Vantress, 2018.
- COLOVIC, R.; VUKMIROVIC, D.; MATULAITIS, R.; BLIZNIKAS, S.; UCHOCKIS, V.; JUSKIENE, V.; LEVIC. **Journal Food and Feed Research**, n. 1, p. 1-6. 2010.
- COLOVIC, R.; VUKMIROVIC, D.; MATULAITIS, R.; BLIZNIKAS, S.; UCHOCKIS, V.; JUSKIENE, V.; LEVIC, J. Effect of die channel press way length on physical quality of pelleted cattle feed. **Journal of Institute for Food Technology**, v. 37, p.1-6, 2010.
- COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: Sindirações, p. 204, 2005.
- COSTA, E. M. S.; DE FIGUEIRÊDO, A. V.; MOREIRA FILHO, M. A. RIBEIRO, M. N.; LIMA, V. B. S. Grão integral processado e coprodutos da soja em dietas para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n.4, p. 846-854, 2015.
- COSTA, F. G. P.; OLIVEIRA, F. N.; SILVA, J. H. V.; NASCIMENTO, G. A. J.; AMARANTE JÚNIOR, V. S.; BARROS, L. R. Desempenho de pintos de corte alimentados com rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2006.
- CUTLIP, S. E.; HOTT, J. M.; BUCHANAN, N. P.; RACK, A. L.; LATSHAW, J. D.; MORITZ, J. S. The effect of steam-conditioning practices on pellet quality and growing broiler nutritional value. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 17, p. 249-261. 2008.
- DAHLIN, K.; LORENZ, K. Protein digestibility of extruded cereal grains. **Food Chemistry**, v. 48, p. 13-18, 1993.
- DE JONG, J. A.; DEROUCHÉY, J.; TOKACH, M.; GOODBAND, R.; WOODWORTH, J.; DRITZ, S.; STARK, C.; CASSANDRA, K.; JONES, H.; WILLIAMS, J.; ERCEG, B.; MCKINNEY, L.; SMITH, G.; OTTERLOO, V. D.; PAULK, C. Formation of pellet fines during the feed manufacturing process, transportation and feed line delivery, and their nutrient composition. **Applied Engineering in Agriculture**, v.33, n.06, p. 921-926, 2017.
- DOZIER III, W. A. Cost-effective pellet quality for meat birds. **Feed Management**. v. 52, n. 2, 2001.

DOZIER, W. A.; BEHNKE, K. C.; GEHRING, C. K.; BRANTON, S. L. Effects of feed form on growth performance and processing yields of broiler chickens during a 42- day production period. **Journal Applied Poultry Research**, v.19, p.219–226, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (EMBRAPA), 2021. Custos de produção de suínos e de frangos de corte caem pela primeira vez em 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/60857212/custos-de-producao-de-suinos-e-de-frangos-de-corte-caem-pela-primeira-vez-em-2021>>. Acesso em: 21 de junho de 2021.

ERDAW M. M.; PEREZ-MALDONADO R. A.; IJI P. A. Physiological and health-related response of broiler chickens fed diets containing raw, full-fat soya bean meal supplemented with microbial protease. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 102, p. 533-544, 2017.

ERDAW, M. M.; PEREZ-MALDONADO, R. A.; BHUIYAN, M.; IJI, P. A. Partial replacement of commercial soybean meal with raw, full-fat soybean meal supplemented with varying levels of protease in diets of broiler chickens. **South African Journal of Animal Science**, v. 47, n. 1, p. 61-71, 2017.

ERDAW, M. M.; PEREZ-MALDONADO, R. A.; BHUIYAN, M.; IJI, P. A. Physicochemical properties and enzymatic in vitro nutrient digestibility of full-fat soybean meal. **Journal Food Agriculture Environ**, v. 14, n. 14, p. 85 – 91, 2016.

FAHRENHOLZ, A.C. **Evaluating factors affecting pellet durability and energy consumption in a pilot feed mill and comparing methods for evaluating pellet durability**. 66p. Dissertação de mestrado. Kansas State University, Kansas, 2012. FAIRFIELD, D.; THOMAS, H.; GARRISON, R.; BLISS, J.; BEHNKE, K.; GILPIN, A. Peleting. In: Feed Manufacturing Technology, V. S. K. Schofield, ed. **American Feed Industry Association**. p. 670, 2005.

FANATICO, A. C.; CAVITT, L. C.; PILLAI, P. B.; EMMERT, J. L.; OWENS, C. M. Evaluation of slower-growing broiler genotype grown with and without outdoor access: meat Quality. **Poultry Science**, v. 84, p. 1785-1790, 2005.

FARAG, M. D. E. H. The nutritive value for chicks of full-fat soybeans irradiated at up to 60 kGy. **Animal Feed Science and Technology**, v. 73, n. 3-4, p. 319-328, 1998.

FÉLIX, A.; BRITO, C. B.; FERRARINI, H.; RODRIGUEZ, M. I.; OLIVEIRA, S. G.; MAIORKA, A. Características físico-químicas de derivados proteicos de soja em dietas extrusadas para cães. **Ciência Rural**, v. 40, p. 2568-2573, 2010.

FERNANDES, E. A.; FARIA, L. A.; CUNHA, M. C. V.; LOURENÇO, T.C.; OLIVEIRA, R. C. Avaliação de soja integral desativada termicamente em reator a vácuo em dieta de frangos de corte a base de sorgo. **Revista brasileira de Ciência Avícola**, v. 52, 2012.

FERREIRA C. B.; GERALDO A.; VIEIRA FILHO J. A.; BRITO J. A. G.; BERTECHINI A. G.; PINHEIRO S. R. F. Associação de carboidrases e fitase em dietas valorizadas e seus efeitos sobre desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras leves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 1, p. 249 - 254, 2015.

FERREIRA, M. A saga da avicultura brasileira: como o Brasil se tornou o maior exportador mundial de carne de frango. Rio de Janeiro: Agência Brasileira de Promoção de Exportação e Investimentos, p. 124, 2011.

FIRMAN, J.D. 2018. Benefícios dos produtos processados Nutrição de Aves. Disponível em: <<https://www.editorastilo.com.br/graxaria/artigos-tecnicos-graxaria/beneficios-dos-produtos-processados-nutricao-de-aves/>> Acesso em: 20 de março de 2022.

FRANKE, M.; REY, A. **Improving pellet quality and efficiency**. Feed Tech, v. 10, n. 3. 2006.

FREITAS, E. R; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; SANTOS, A. L.; FERNANDES, J. B K. Efeito do processamento da soja integral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1938-1949, 2005.

FROBOSE, H. L.; FRUGE, E.D.; TOKACH, M.D.; HANSEN, E.L.; DEROUCHÉY, J.M.; DRITZ, S.S.; GOODBAND, R.D.; NELSEN, J.L. The influence of pelleting and supplementing sodiummetabisulfite ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) on nursery pigs fed diets contaminated with deoxynivalenol. **Animal Feed Science and Technology**, v. 210, p. 152-164, 2015.

FROETSCHNER, J. Conditioning controls pellet quality. **Feed Technology**, v. 10, n. 6, p. 12-15, 2006.

FUCILLINI, D. G.; VEIGA, C. H. A. Controle da capacidade produtiva de uma fábrica de rações e concentrados: um estudo de caso. Custos e @gronegocio on line, v. 10, n. 4, p. 221- 240, 2014. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numro4v10/OK%2011%20racoes.pdf>> Acesso em: 27 março de 2022.

GADZIRAYI, C. T.; MUTANDWA, E.; CHIHIYA, J.; MLAMBO, R. A. Comparative Economic Analysis of Mash and Pelleted Feed in Broiler Production under Deep Litter Housing System. **International Journal of Poultry Science**, v.7, p.629-631, 2006.

GARCIA, E. R. M.; MURAKAMI, A. E.; BRANCO, A. F.; FURLAN, A. C, MOREIRA, I. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1414-1426, 2000.

GE, X. K.; WANG, A. A.; YING, Z. X.; ZHANG, L. G.; SU, W.P.; CHENG, K.; FENG, C. C.; ZHOU, Y. M.; ZHANG, L. L.; WANG, T. Effects of diets with different energy and bile acids levels on growth performance and lipid metabolism in broilers. **Poultry science**, v.98, n.2, p.887-895, 2019.

GHOLAMI, M.; SEIDAVI, A.; SHEA, C. J. O.; AKTER, Y.; DADASHBEIKI, M. Feeding regimen of breeder broiler hen influences growth performance of the broiler chickens. **Livest Sci**, v. 203, n. 132–135, 2017.

GILL, C. Chemistry for high quality peletes. Or refining the role of binders. **Feed International**. March, p.10-11, 1993.

GRASHORN, M. A.; CLOSTERMANN, G. Performance and slaughter characteristics of broiler breeds for extensive production. **Arch. Geflügelk**, v. 66, n. 4, p. 173-181, 2002.

GROVER P. D, MISHRA S. K. Biomass briquetting: technology and practices. Regional wood energy development program in Asia, field document. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, n. 46, 1996.

HEFFNER, L. E, PFOST, H. B. Gelatinization during pelleting. **Feedstuff**, v, 45, p. 33, 1973.

HELLMEISTER FILHO, P. **Efeitos de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frango tipo caipira**. 77 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

ITANI, K., B. SVIHUS. Feed Processing and Structural Components Affect Starch Digestion Dynamics in Broiler Chickens. **British Poultry Science**, v. 60, n. 3, p. 246–255, 2018.

JAKUB BIESEK, J.; BANASZAK, M.; KUZNIACKA, J.; ADAMSKI, M. Characteristics of carcass and physicochemical traits of meat from male and female ducks fed a diet based on extruded soybean, **Poultry Science**, v. 100, n. 7, 2021.

JENSEN, L. S. Influence of pelleting on the nutritional needs of poultry. **Journal Animal Science**, v. 13, p. 35–46, 2000.

JESUS, J. R, C.; PAULA, S. R. L.; ORMOND, J. G. P.; BRAGA, N. M. A cadeia de carne de frango: tensões, desafios e oportunidades. **BNDES setorial**, n.26. 2007.

KENNY, M.; ROLLINS D. A Qualidade Física da Ração. Aviagen Brasil Tecnologia. **Informativo Técnico**, 2008.

KLEIN A. A. Peletização de Rações: Aspectos Técnicos, Custos e Benefícios e Inovações Tecnológicas. Boletim técnico. Engormix. 2009. Disponível em: <https://pt.engormix.com/balanceados/artigos/peletizacao-racoes-aspectos-tecnicos36785.htm>. Acesso em 22 de setembro de 2021.

KLEIN, A. A. Peletização de Rações: Aspectos Técnicos, Custos e Benefícios e Inovações Tecnológicas. Boletim técnico, 2009. Disponível em: <[Peletização de Rações: Aspectos Técnicos, Custos e Benefícios e Inovações Tecnológicas – Engormix](#)>. Acesso em 12 dezembro de 2021.

KLEIN, A. A. Peletização de rações: Aspectos técnicos, custos e benefícios e inovações tecnológicas. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FACTA, p. 173-193, 2009.

KLEIN, C. H.; PENZ Jr, A. M.; GUIDONI, A. L. Efeito da forma física e do nível de energia da ração sobre o desempenho e composição de carcaça em frangos de corte. **Embrapa Suínos e Aves – Comunicado Técnico**, 1999.

KOCH, E. R.; BEHNKE, K. C.; DEYOE, C. W.; BINDER, S. F. The effect of steam-conditioning rate on the pelleting process. **Animal Feed Science and Technology**. v. 6, p. 83–90, 1981.

LABIER, M.; LECHERQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**. Leicestershire: Nottingham University, p. 305, 1994.

LARA, L. J. C. **Efeitos do processamento da ração e da linhagem sobre os valores energéticos e desempenho de frangos de corte**, 2007. 52f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

LARA, M. A. M. Processo de produção de ração: moagem, mistura e peletização. Ergonomix. 2010. Disponível em <<https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/dark-house-manejo-t36773.htm>> Acesso em: 21 março de 2022.

LARAL, M. R. BAIÃO, N. c.; AGUILAR, C. A. L.; CANÇADO, S.V.; FIUZA, M. A.; RIBEIRO, B. R.C. Rendimento, composição e teor de ácidos graxos da carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes fontes lipídicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 1, p. 108-115, 2006.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**. Nottingham: Nottingham University Press, p. 305, 1994.

LECZNIESKI, J. L. **Efeito da forma física e do nível de energia da ração sobre o desempenho, a composição de carcaça, a utilização e a retenção da energia líquida de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade**, 1997. 108f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

LEITE, P.; MENDES, F.; LUZIA, M.; PEREIRA, R.; LACERA, M. Limitações da utilização da soja integral e farelo de soja na nutrição de frangos de corte. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 8. p. 1138-1157, 2012.

LIMA, C. B.; COSTA, F. G. P.; LUDKE, J. V.; JUNIOR LIMA, D. M.; MARIZ, T. M. A.; PEREIRA, A. A.; SILVA, G. M.; ALMEIDA, C. A. Fatores antinutricionais e processamento do grão de soja para alimentação animal. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 4, p. 24-33, 2014.

LIMA, M. R.; MORAIS, S. A. N.; COSTA, F. G. P.; PINHEIRO, S. G.; DANTAS, L. S.; CAVALCANTE, L. E. Atividade ureática. **Nutritime**, v.8. n. 05, p. 1606 – 1612, 2011.

LOMAN, A. A.; JU, L. K. Optimization of enzymatic process condition for protein enrichment, sugar recovery and digestibility improvement of soy flour. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 93, n. 8, p. 1063-1073, 2016.

LÖWE, R. Judging pellet stability as part of pellet quality. **Feed Technology**, v. 9, p. 15–19, 2005.

LÖWE, R. Julgando a estabilidade do pellet como parte da qualidade do pellet. **Tecnologia de alimentação**, v. 9, p. 15-19, 2005.

MACARI, M.; FURLAN L.F.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: **FUNESP/UNESP**. p. 296, 1994.

MAIA, R.; TEIXEIRA, L.; PESSOA, G. Aprenda mais sobre avicultura - Portal Suínos e Aves, 2010. Disponível em <<https://www.portalsuinoeaves.com.br/aprenda-mais-sobre-avicultura-frango-de-corte-com-os-professores-do-cpt-cursos-presenciais/>>. Acesso em 07 de abril de 2022.

MAIORKA, A. **Efeito da forma física, níveis de energia em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis no desempenho e composição de carcaça de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade**. 1998. 115f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; PENZ JR, A. M., KESSLER, A. M. Diets formulated on total or digestible amino acid basis with different energy levels and physical form on broiler performance. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.7, p.47–50, 2005.

MARAMATSU, K.; MASSUQUETTO, A.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A. Factors that Affect Pellet Quality: A Review. **Journal of Agricultural Science and Technology**, n. 5, p. 717 – 722, 2015.

MARSMAN, G. J. P.; GRUPPEN, H.; VANDERPOEL, A. F. B. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chym characteristics in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 76, p. 864-872, 1993.

MASSUQUETTO, A. DURAU, J. F.; SCHRAMM, V. G.; NETTO, M. V.T. Influence on feed form and conditioning time on pellet quality, performance, and ileal nutrient digestibility in broilers. **Journal of applied poultry research**, v. 27, n. 01, p. 1-8, 2017.

MASSUQUETTO, A.; DURAU, J. F.; SCHRAMM, V. G.; TEIXEIRA NETTO, M. V.; KRABBE, E. L.; MAIORKA, A. Influence of feed form and conditioning time on pellet quality, performance and ileal nutrient digestibility in broilers. **Journal Applied of Poultry Research**, v.27, p. 51-58, 2018.

MASSUQUETTO, A.; MAIORKA, A. Atualização sobre o efeito da peletização em linhagens modernas de frango de corte. In: **CONGRESSO SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS**, São Pedro/SP, 2015.

MATEUS, R. G.; PEREIRA, L. C; JADOSKI, C. J.; GUILHERME, D.; ALVES, R. T. B. Composição químico- -bromatológica de diferentes subprodutos da soja. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.11, n.1, p.79-85, 2018.

MCCRACKEN, K.J. Effects of physical processing on the nutritive value of poultry diets. In: MCNAB, J.M.; BOORMAN, K.W. **Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value**, p. 301-316, 2002.

McKINNEY, L. J.; TEETER, R. G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. pellet quality and II. prediction of consequential formulation dead zones. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 1165-1174, 2004.

MEINERZ, C.; RIBEIRO, A. M. L.; PENZ JR. A. M.; KESSLER, A. M. **Níveis de energia e peletização no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte com oferta alimentar equalizada**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 30, p. 2026-2032, 2001.

MELO, A. S.; FIGUEIRÊDO, L. C.; ARRUDA, A. M. V.; FERNANDES, T. V.; MARINHO, J. B. M.; FILHO, C. A. S.; SOUZA, A. O. V.; OLIVEIRA, V. R. M. Aplicações biotecnológicas na avicultura: uma abordagem dos alimentos nutritivos convencionais. **PUBVET**. v. 10, n. 3, p.235-243, 2016.

MENDES, W. S.; SILVA, I. J.; FONTES, D.; RODRIGUEZ, N. M.; MARINHO, P.C.; AROUCA, C.L.C.; SILVA, F.C.O. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 2, p. 207-213, 2004.

MEURER, R.P.; FÁVERO, A.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A. Avaliação de rações peletizadas para frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**; v. 1, p. 229-240; 2008.

MIRANDA D. J. A. **Efeito da granulometria do milho e do valor de energia metabolizável em rações peletizadas para frango de corte**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MIURA, K.; MAEDA, K.; TOKI, S. Method of Measurement for the Angle of Repose of Sands. **Japanese Geotechnical Society**, v. 37, n. 2, p. 89-96, 1997.

MOREL, P. C. H.; TIMMERS, J. A.; DE WIT, T. A. T. H., WOOD, G. R.; SHERRIFF, R.; CAMDEN, B. J.; THOMAS, D. V.; RAVINDRAN, V. Prediction of feed intake in modern broilers. Proceedings of the Australian **Poultry Science Symposium**, v.13, p.152–155, 2001.

MORES, I. C. V.; MARAMATSU, K.; MAIORKA, A.; ORLANDO, U. A. D.; SILVA, J. M. S. S.; PAULO, L. M.; GOUVEIA, A. B. V. S.; SILVA, W. J.; SOUSA, MINAFRA, C. S.; MINAFRA, C. S. Pelleting on the Nutritional Quality of Broiler Feeds. *Journal of Agricultural Studies*, v. 8, n. 3, 2020.

MORITZ, B.; TRAMONTE, V. L. C. Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, v.19, n.2, p.265-273, 2006.

MORITZ, J. S.; CRAMER, K. R.; WILSON, K. J.; BEYER, R. S. Feed manufacture and feeding of rations with graded levels of added moisture formulated to different energy densities. **Journal Applied Poultry Research**, Champaign, v. 12, n. 3, p. 371-381, 2003.

MORITZ, J. S.; LILLY K. G. S. Production strategies and feeding opportunities for peletes of high quality. **Proceedings of the 8th Annual Mid-Atlantic Nutrition Conference**, University of Maryland, College Park, MD. p. 85-90, 2010.

MURAMATSU, K. **Aplicação de modelagem preditiva no processo de peletização de rações para frangos de corte**. 2013. 99 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

NAGASHIRO, C. Enzimas na nutrição de aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, p. 309-327, 2007.

NAGATA, A. K, RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T. Energia metabolizável de alguns alimentos energéticos para frangos de corte determinada por ensaios metabólicos e por equações de predição. **Ciência Agrotecnica**, v. 28, n. 03, p. 668-677, 2004.

NAGESWARA, A. R.; REDDY, V.R.; REDDY, A. S. K. Effect of processing of feeds by pelleting, extrusion cooking and expander extrusion on the performance of layers. **Journal Poultry Science**, v. 39, p. 171-174, 2004.

NALLE, C. L.; RAVINDRAN, G.; RAVINDRAN, V. Extrusion of peas (*Pisum sativum* L. Effects on the apparent metabolisable energy and ileal nutrient digestibility of broilers. **American Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v. 6, p. 25-30, 2013.

NIKMARAM, N.; LEONG, S. Y.; KOUBAA, M.; ZHU, Z.; BARBA, F. J.; GREINER, R.; OEY, I.; ROOHINEJAD, S. Effect of extrusion on the anti-nutritional factors of food products: An overview. **Food Control**, v.79, p. 62 – 73, 2017.

NILIPOUR, A. Produciendo Pelets de Calidad. **Indústria Avícola**, v. 41, n. 2, p. 28-30, 1994.

NIR, I. Resposta de frangos de corte à estrutura alimentar: ingestão de alimentos e trato gastrointestinal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA. p.49-68, 1998.

NIR, I.; HILLEL, R.; SHEFET, G.; NITSAN, Z. Effect of grain particle size performance Grain texture interactions. **Poultry Science**, v.73, p. 781-791, 1994.

NUNES R. V.; BROCH J.; POLESE C.; EYNG C.; POZZA P. C. Avaliação nutricional e energética da soja integral desativada para aves. **Revista Caatinga**, v. 28 p. 143-151, 2015.

NUNES, R. V.; BUTERI, C. B.; VILELA, C. G.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, p. 235-269, 2001.

OBERNBERGER I.; THEK G. Physical characterisation and chemical composition of densified biomass fuels with regard to their combustion behavior. **Biomass and Bioenergy**, v. 27, p. 653–69, 2004.

OLIVEIRA, F.; COSTA, F.G. P.; SILVA, J. H. V.; BRANDÃO, P. A.; AMARANTE JÚNIOR, V. S.; NASCIMENTO, G. A. J.; BARROS, L. R. Desempenho de frangos de corte nas fases de crescimento e final alimentados com rações contendo soja integral

extrusada em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1950-1955, 2005.

OLMOS, A. R. **Respostas de frangos de corte fêmeas de duas linhagens a dietas de diferentes perfis protéicos**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2008.

OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F.; MARTINS DA SILVA, E.C.; BORGES, S.A. Adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada para frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 3, p. 31-35, 2006.

OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F.; ROCHA, C.; BORGES, A. S. Adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada melhora desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 40, n. 3, p. 628-632, 2010.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 1634, 1986.

PATRICIO, I. S.; MENDES, A. A.; RAMOS, A. A.; PEREIRA, D.F. Overview on the performance of Brazilian broilers (1990 to 2009). **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 14, p. 233-238, 2012.

PENZ JR, A. M. Sorgo e soja integral na alimentação de aves In: **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola**, p. 63-73.1991.

PENZ JR., A. M.; MAIORKA, A. Ração Peletizada para Frango; Critérios Técnico-Econômicos para sua Adoção. In: Conferência Apinco'97 de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Anais**. Campinas: Facta. p. 285-304, 1997.

PERKIN ELMER. Analytical methods for atomic absorption spectroscopy. **Norwalk**, U.S.A, 1996.

PICKARD G. E, ROLL W. M, RAMSER J. H. Fundamentals of hay wafering. **Transactions of the ASAE**, v. 4, p. 65–8, 1961.

PLATTNER, B. O condicionamento é essencial para uma produção de ração eficaz. **International Poultry Production**, v. 10, p. 7-9, 2002.

POHNDORF, R. S.; KLEIN, B.; NASCIMENTO, B. C.; RUTZ, D.; FOGUESATTO, R. J.; ELIAS, M. C. Influência da umidade e do percentual de grãos quebrados e inteiros no ângulo de repouso de soja. In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO. **Anais...** 2011.

PORTAL DA AVICULTURA (AVISITE). Com pandemia e China, consumo de carne no Brasil cai ao menor nível em 25 anos. (2021). Disponível em: <<https://www.avisite.com.br/index.php?page=noticias&id=24112>>. Acesso em: 10 de junho de 2021.

PORTELLA, F.J.; CASTON, L.J.; LEESON, S. Apparent feed particle size preference by broilers. **Canadian Journal Animal Science**, v. 68, n. 3, p. 923-930, 1988.

- PUZZI, D. Abastecimento e armazenamento de grãos. Campinas: ICEA, p. 604, 2000.
- RAHMAN, M. A. U.; REHMAN, A.; CHUANQI, X.; LONG, Z. L.; BINGHAI, C.; LINBÃO, J.; HUAWEL, S. Extrusion of Feed/Feed Ingredients and Its Effect on Digestibility and Performance of Poultry: A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 4, n. 4, p. 48 – 61, 2015.
- RAVINDRAN, V.; ABDOLLAHI, M. R.; BOOTWALLA, S. M. Análise de nutrientes, energia metabolizável, e aminoácidos digestíveis de farinhas de soja de diferentes origens para frangos de corte. **Poultry Science**, v. 93, p. 2567-2577, 2014.
- RAVINDRAN, V.; TANCHAROENRAT, P.; ZAEFARIAN, F.; RAVINDRAN, G. Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilization. **Animal Feed Science and Technology**, v. 213, p. 1–21, 2016.
- RECK, A. B., SCHULTZ, G. Aplicação da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão no Relacionamento Interorganizacional na Cadeia da Avicultura de Corte. **Revista Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 4, p. 709-728, 2017.
- REGINA, R. Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos. São Paulo: **Fundação Cargill**, p. 413, 2010.
- REIS, T. A. F.C.; DIAS, F. M. V.; FONTES, C. M. G. A.; SOARES, M.C.; FERREIRA, L.M.A. Avaliação do potencial biotecnológico de xilanases do *Clostridium thermocellum* e *Cellvibrio mixtus*: sua utilização na suplementação de dietas à base de trigo para frangos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v.96, p.125-134, 2001.
- RENNER, R.; HILL, F. W. Studies on the effect of heat treatment on the metabolizable energy value of soybeans and extracted soybeans flakes for the chick. **Journal Nutritime**, v. 70, p. 219-225, 1960.
- RIAZ, M. N. Extruders in food applications. Lancaster: **Technomic publishing company**, p. 223, 2000.
- ROCHA, C.; DURAU, J. F.; BARRILLI, L. N. E.; DAHLKE, F.; MAIORKA, P. C.; MAIORKA, A. The effect of raw and roasted soybeans on intestinal health, diet digestibility, and pancreas weight of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 23, n. 1, p. 71-79, 2014.
- 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. **Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. p. 252, 2011.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV Imprensa Universitária, p. 187, 2005.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I. DONZELE, J. D.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, A. S.; TEIXEIRA, M. L.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F.;

BARRETO, S. L. T.; BRITO, C. O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2017.

SAKOMURA, N. K.; BIANCHI, M. D.; PIZAURRO JR. J. M.; CAFÉ, M. B.; FREITAS, E. R. Efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 924-935, 2004.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, R. D.; LAURENTZ, A. C.; MALHEIROS, E. B.; NAKAJI, L. S. O. Avaliação da soja integral tostada ou extrusada sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 584-594, 1998.

SANTANA, M. H. M.; SARAIVA, E. P.; COSTA, F. G. P. FIGUEREDO, JR. J. P.; SANTANA, A. M. M. A.; ALVES, A. R. Ajuste dos níveis de energia e proteína e suas relações para galinhas poedeiras em diferentes condições térmicas. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.12, n.1, p.139, 2018.

SANTOS, R. O. F., BASSI, L. S., SCHRAMMA, V. G., ROCHA, C., DAHLKE, F., KRABBE, E. L., MAIORKA, A. Effect of conditioning temperature and retention time on pellet quality, ileal digestibility, and growth performance of broiler chickens. **Livestock Science**, v. 240, p. 1-6, 2020.

SANTOS, S. A., VALLE, F. L. P., MORAES, M. T. T., MURAMATSU, K., PINTO, A. A., DAHLKE, F., MAIORKA, A. Efeitos do trigo grão e da soja integral desativada sobre a durabilidade de peletes e a produção de finos em rações peletizadas. **46º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2009.

SCHMIDT, A.; PASSOS, A. A.; REGIS, R.; SANGOI, S.; PASCOAL, L. A. F.; LIMA, G. J. M. M. Efeito do óleo, extraído da soja ou presente no grão de milho, sobre a peletização. **Revista Científica de Produção animal**. v. 21, n. 2, p. 63-67, 2020.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; CONTE, A. J.; SILVA, H. O. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência Agropecuária**, v. 27, n. 6, p. 1380-1387, 2003.

SCHULZE, D. Powders and Bulk solids: behavior, characterization, storage and Flow. Germany, **Springer**, 2007.

SCOTTÁ, B. A.; ALBINO, L. F. T.; BRUSTOLINI, P. C.; GOMIDE, A. P. C.; CAMPOS, P. F.; RODRIGUES, V. V. Determinação da composição química e dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos proteicos para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 4, p. 501-508, 2016.

SELLE P. H, MOSS A. F, TRUONG H. H. KHODDAMI A, CADOGAN D. J, GODWIN I. D, LIU, S. Y. Sorghum as a feed grain for Australian chicken-meat production. **Animal Nutrition**, v. 4, p. 17–30, 2018.

SELLE P. H.; MOSS A. F.; TRUONG H. H. KHODDAMI A.; CADOGAN D. J.; GODWIN I. D, LIU, S. Y. Sorghum as a feed grain for Australian chicken-meat production. **Animal Nutrition**, v. 4, p. 17–30, 2018.

SILVA, P. G.; OLIVEIRA, L. M. S.; OLIVEIRA, N. R.; JÚNIOR, F. A.M.; SILVA, M. R. S.; CORDEIRO, D. A.; MINAFRA, C. S.; SANTOS, F. R.; Effects of processing, particle size and moisturizing of sorghum-based feeds on pellet quality and broiler production. **Journal Animal Science**, v. 31, n. 1, p. 98 – 105, 2018.

SIYAL, F.; BABAZADEH, D.; WANG, C. et al. Emulsifiers in the poultry industry. **World's Poultry Science Journal**, v. 73, n. 3, p. 611-620, 2017.

SKINNER-NOBLE, D. O.; MCKINNEY, L. J.; TEETER, R. G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: III. Feed form affects broiler performance by modifying behavior patterns. **Poultry Science**, v. 84, n.3, p. 403-411, 2005.

SKOCH E. R, BEHNKE K. C, DEYOE C. W, BINDER S. F. The effect of steam-conditioning rate on the pelleting process. **Animal Feed Science and Technology**, 6:83–90, 1981.

SLOAN, D. R.; BOWEN, T. E.; WALDROUP, P. W. Expansion-extrusion processing of corn, milo and raw soybeans before and after incorporation in broiler diets. **Poultry Science**, v. 50, p. 257-260, 1971.

SORDI, C.; TAVERARI, F. C.; SUREK, D.; RIBEIRO, V. J. Características físicas de rações para frangos de corte contendo glicerina bruta. **JINC**. 2016.

SOUZA, X. R. **Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistemas de produção caipira e convencional**. Tese (Doutorado em Ciências dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004.

STARK C. R. 1994. **Pellet Quality**. PhD. Dissertation. Kansas State University, Manhattan. 2015.

TAVÁREZ, M. A.; SOLIS DE LOS SANTOS, F. Impact of genetics and breeding on broiler production performance: a look into the past, present, and future of the industry. **Animal Frontiers**, v. 6, n. 4, p. 37–41, 2016.

THOMAS M.; VAN VILIET, T.; VAN DER POELA. F. B. Physical quality of pelleted animal feed. 3. Contribution of feedstuff components. **Animal Feed Science and Technology**, 76: 59–78, 1998.

THOMAS, M.; VAN DER POEL, A. F. B. Physical quality of pelleted animal feed.1. Criteria for pellet quality. **Animal Feed Science Technology**, v. 61. p. 89-112, 1996.

THOMAS, M.; VAN VLIET, T. J.; VAN DER POEL, A. F. B. Physical quality of pelleted animal feed. 3. contribution of feedstuffs components. **Animal Feed Science and Technology**, v. 70. p. 59-78, 1998.

VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, P. V. R. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR CORTE, p. 193, 2010.

VAN DER AAR, P. J.; MOLIST, F.; VAN DER KLIS, J. D. The central role of intestinal health on the effect of feed additives on feed intake in swine and poultry. **Animal Feed Science and Technology**, v. 233, p. 64–75, 2017.

VASCONCELOS, A.M.D.; DIAS, M.; NASCIMENTO, V. A.; ROGÉRIO, M. C. P.; FAÇANHA, D. A. E. Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal dos grãos de soja crus e tostados em bovinos leiteiros. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**; v. 17p. 744-752. 2016.

VISSER, C. L. M.; SCHREUDER, R.; STODDARD F. A dependência da UE da importação de soja para a indústria de alimentação animal e potencial para alternativas produzidas na UE. **Corps Gras Li**, v. 21, D407, 2014.

VOLK, J. What's new in feed manufacturing? Beta Raven Inc. Course Lecture. Kansas State University, p. 4, 1988.

WALDROUP, P.W. Whole soybeans for poultry feeds. World's **Poultry Science Journal**, v. 38, n. 1, p. 28-35, 1982.

WANG, S.; LI, C.; COPELAND, L.; NIU, Q.; WANG, S. Starch retrogradation: A comprehensive review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v.14 n. 5, p. 568-585, 2015.

WOOD J. F. The functional properties of feed raw materials and the effect on the production and quality of feed peletes. **Animal Feed Science and Technology**, v. 18, p. 1-17, 1987.

WOODCOCK, C. R.; MASON, J. S. **Bulk Solids Handling** An Introduction to the Practice and Technology. Glasgow: Leonard Hill, 1987.

XING, J. J.; VAN HEUGTEN, E.; LI, D. F.; TOUCHETTE, K. J.; COALSON, J. A.; ODGAARD, R. L.; ODLE, J. Effects of Emulsification; Fat Encapsulation and Pelleting on Weanling Pig Performance and Nutrient Degestibility. **Journal Animal Science**, v. 82, p. 2601-2609, 2004.

YASOTHAI, R. Antinutritional factors in soybean meal and its deactivation. **International Journal of Science, Environment and Technology**, v. 5, n. 6, p. 3793-3797, 2016.

ZANUSSO, J. T.; DIONELLO, N. J. L. Produção avícola alternativa – análise dos fatores qualitativos da carne de frangos de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 3, p. 191-194. 2003.

ZOU, Y.; BRUSEWITZ, G. H. Flowability of uncompacted marigold powder as affected by moisture content. **Journal of Food Engineering**, v. 55, p. 165-171, 2002.

ZUNIGA, R.; PEREZ, E. Measuring physical quality of peletes and extrudates: a material science approach. CIEN Austral (Center for Nutritional Research). 2012. Disponível em:
<http://www.cienaustral.cl/wpcontent/uploads/2011/11/rzuniga_vicam1.pdf>
Disponível. Acesso em setembro de 2022.