

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

GUILHERME LUIS SILVA TESSER

**RESÍDUO SECO DE CERVEJARIA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE
CORTE**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON
2020**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

GUILHERME LUIS SILVA TESSER

**RESÍDUO SECO DE CERVEJARIA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE
CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes

Co-orientador: Prof^a. Dr^a. Cinthia Eyng

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2020

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Tesser, Guilherme Luis Silva

Resíduo seco de cervejaria na alimentação de frangos de corte / Guilherme Luis Silva Tesser; orientador(a), Ricardo Vianna Nunes; coorientador(a), Cinthia Eyng, 2020. 59 f.

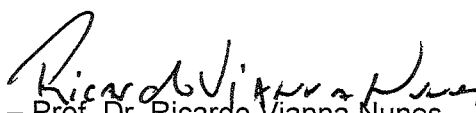
Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Zootecnia Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2020.

1. Alimentos alternativos. 2. Avicultura. 3. Nutrição. 4. Resíduo. I. Vianna Nunes, Ricardo. II. Eyng, Cinthia. III. Título.

GUILHERME LUIS SILVA TESSER

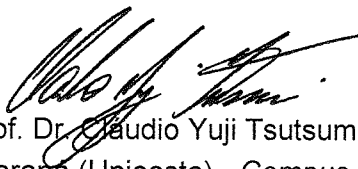
Resíduo seco de cervejaria na alimentação de frangos de corte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, Linha de Pesquisa “Produção e Nutrição de Não-Ruminantes”, APROVADO(A) pela seguinte Banca Examinadora:



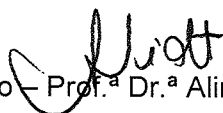
Orientador / Presidente – Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Membro – Prof. Dr. Claudio Yuji Tsutsumi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Membro – Prof.^a Dr.^a Aline de Marco Viott

Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Setor Palotina

Marechal Cândido Rondon, 28 de fevereiro de 2020.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

GUILHERME LUIS SILVA TESSER

**RESÍDUO SECO DE CERVEJARIA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE
CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Marechal Cândido Rondon, 28 de fevereiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes

Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi

Prof^a. Dr^a. Aline de Marco Viott

DEDICATÓRIA

À minha mãe Soely Teresinha Tesser

Aos meus irmãos, Giulia e Lorenzo

À toda minha família

Aos amigos ao longo dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Soely Teresinha Tesser, que é minha rainha, minha base, que me deu forças e sustentação para que eu chegasse até aqui e meus irmãos Giulia e Lorenzo por serem minha inspiração e força para que eu sempre vá ao encontro de minhas conquistas.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, principalmente ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes, pela orientação, amizade, ensinamentos, paciência e por ser um pai com os seus orientados.

Aos professores Dr. Ricardo Vianna Nunes, Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi e Dr^a. Aline de Marco Viott, por se disponibilizarem e contribuírem para a realização da minha defesa de dissertação e por agregarem conhecimento ao trabalho.

Aos professores Dr. Paulo Levi e Dr^a. Silvana pelos puxões de orelha e ensinamentos durante a graduação e mestrado, contribuindo muito para meu crescimento pessoal e profissional.

À todos os professores da graduação e do mestrado que tiveram grande contribuição na minha formação.

Aos amigos Jomara, André e Nilton pelo auxílio e paciência durante essa etapa.

Ao secretário do Programa de Pós- Graduação em Zootecnia, Paulo Henrique Morsh, pela paciência e por ser sempre prestativo e eficiente.

À equipe do grupo de pesquisa GEMADA e Emerson Schmidt, pela dedicação, colaboração e principalmente pela amizade na realização dos experimentos e na vida.

Aos meus amigos e todos que de alguma forma estiveram presentes e ajudaram durante essa caminhada.

À minha querida amiga e namorada Cinthia, por me motivar e apoiar durante os momentos alegres e difíceis desde que entrou em minha vida.

À todos, meus profundos, sinceros e eternos agradecimentos.

RESÍDUO SECO DE CERVEJARIA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO

O objetivo com este estudo foi avaliar o resíduo seco de cervejaria (RSC) e sua utilização na produção de frangos de corte. No experimento I, foram realizados dois ensaios de metabolismo. Foram utilizadas 250 e 100 aves da linhagem Cobb 500, de 11 a 21 e 31 a 41 dias de idade, respectivamente. As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro rações testes e uma ração referência (RR), cinco repetições e dez aves por unidade experimental (UE). O RSC substituiu em 10; 20; 30 e 40% a RR. O período experimental para ambos os ensaios de metabolismo teve duração de dez dias, sendo cinco dias de adaptação e cinco de coleta de excretas, nos quais foram realizadas duas coletas por dia. As amostras das excretas, o RC e a ração foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C e após, juntamente com a RR e o RSC, foram submetidas à análise de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cálcio, fósforo, potássio, magnésio e sódio. A composição bromatológica para o RSC foi de 91,58% para MS; 29,53% para PB; 4.257 kcal kg⁻¹ para EB; 4,96% para EE; 65% para FDN; 25,4% para FDA; 0,57% para Ca; 0,53% para P; 0,14% para K; 1,16% para Mg e 0,11% para Na, todos expressos na matéria natural. Para o período de 11 a 21 dias de idade, os valores médios de energia metabolizável aparente (EMA), EMA corrigidos pelo balanço de nitrogênio (EMA_n), coeficiente de energia metabolizável de energia bruta (CMEB) e CMEB corrigido pelo balanço de nitrogênio (CMEB_n) do RSC na matéria natural, para 11 a 21 dias de idade foram de 2151 kcal kg⁻¹, 1901 kcal kg⁻¹, 50,97% e 45,04%, respectivamente. Para o período de 31 a 41 dias de idade, os valores médios para EMA, EMA_n, CMEB e CMEB_n foram de 1453 kcal kg⁻¹, 1225 kcal kg⁻¹, 34,45% e 29,03%, respectivamente. No experimento II, foram utilizados 840 pintos de corte, machos da linhagem Cobb 500 de um dia de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto por seis inclusões de RSC (0; 2; 4; 6; 8; e 10%) e sete repetições de 20 aves por UE. No período de 1 a 21 dias de idade, houve efeito linear crescente (P<0,05) para as variáveis ganho de peso (GP) e consumo de ração (CR). O CR aumentou linearmente (P<0,05) no período de 1 a 42 dias de idade. Aos 21 dias, o RSC apresentou efeito linear decrescente (P<0,05) para o colesterol (COL) e quadrático (P<0,05) para ácido úrico (AU), aspartato aminotransferase (AST) e albumina

(ALB), em que os níveis de máxima resposta foram obtidos com a inclusão de 7,57%; 6,98%; e 6,30%, respectivamente. Aos 42 dias de idade, houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para AU e creatinina (CRE) em que os níveis determinados para mínima resposta foram 4,88% e 3,66%, respectivamente. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) sobre o rendimento de carcaça (RC), cortes e fígado. Houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) para a taxa de deposição de proteína (TDP) aos 21 dias de idade. O RSC pode ser utilizado nas dietas de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade até a inclusão de 10%, sem afetar o desempenho ou rendimento de carcaça e cortes na idade de abate, bem como a qualidade da carne.

Palavras-chaves: alimentos alternativos, avicultura, nutrição, resíduo.

DRY BREWERS RESIDUE IN BROILERS FEED

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the dry brewery residue (DBR) and its use in broiler chicken production. In the first experiment, two metabolism tests have been performed. 250 and 100 Cobb 500 birds from 11 to 21 and 31 to 41 days old have been used, respectively. The birds were distributed in a completely randomized design, with four test rations and one reference ration (RR), five repetitions and ten birds for experimental unit (EU). DBR replaced 10; 20; 30 and 40% RR. The experimental period for both tests lasted ten days, being five days of adaptation and five for excreta collection, in which two collections in a day were carried out. The samples of excreta, feed and DBR were dried in forced air oven at 55°C, and subsequently subjected to analysis of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), gross energy (GE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), calcium, phosphorus, potassium, magnesium and sodium. The bromatological composition for the DRB was 91.58% DM, 29.53% CP, 4257 kcal kg⁻¹ of GE, 4.96% EE, 65% NDF, 25.4% ADF, 0.57% calcium, 0.53% phosphorus, 0.14% potassium, 1.16% magnesium and 0.11% sodium, all expressed in raw material. For the period from 11 to 21 days of age, the average values of apparent metabolizable energy (AME), AME corrected by the nitrogen balance (AME_n), gross energy metabolizable energy coefficient (GEMEC) and GEMC corrected by the nitrogen balance (GEMEC_n) of DBR in raw material, for 11 to 21 days of age, were 2151 kcal kg⁻¹, 1901 kcal kg⁻¹, 50.97% and 45.04%, respectively. For the period from 31 to 41 days of age, the average values of AME, AME_n, GEMC and GEMEC_n were 1453 kcal kg⁻¹, 1225 kcal kg⁻¹, 34.45% and 29.03%, respectively. In experiment II, 840 day-old Cobb 500 broiler chicks were used, distributed in a randomized design, composed of six levels of inclusion of DBR (0; 2; 4; 6; 8; and 10%) and seven repetitions of 20 birds for EU. In the period from 1 to 21 days of age, there was an increasing linear effect ($P < 0.05$) for the variables weight gain (WG) and feed intake (FI). There was an increasing linear effect ($P < 0.05$) for the FI in the period from 1 to 42 days. At 21 days of age, DBR showed a linear decreasing effect ($P < 0.05$) for cholesterol (CHO) and quadratic ($P < 0.05$) for uric acid (UA), aspartate aminotransferase (AST) and albumin (ALB), in which the maximum response levels picked with inclusion of 7.57%; 6.98%; and 6.30%, respectively. At 42 days of age, there were quadratic effects ($P < 0.05$) for UA and CRE, with minimum levels for minimum responses of 4.88% and 3.66%, respectively. There was no significant effect ($P > 0.05$) on the carcass, cuts and liver yield. There was an increasing linear

effect ($P < 0.05$) for the protein deposition rate at 21 days of age. DBR can be used in broiler diets from 1 to 21 days of age up to the assessed level of 10%, without affecting the performance or yield of carcasses and cuts in the age of slaughter, as well as the quality of meat.

Keywords: alternative feedstuffs, poultry, nutrition, residue.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Página

Tabela 1. Composição química e energética da ração referência utilizada nos ensaios de metabolismo de 11 a 21 e 31 a 41 dias de idade.....33

Tabela 2. Caracterização nutricional do resíduo seco de cervejaria utilizado nas dietas experimentais, na matéria natural34

Tabela 3. Valores energéticos e coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta do resíduo seco de cervejaria (RSC) para a fase de 11 a 21 dias de idade.....35

Tabela 4. Valores energéticos e coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta do resíduo seco de cervejaria (RSC) para a fase de 31 a 41 dias de idade.....36

CAPÍTULO III

Página

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais de 1 a 21 dias de frangos de corte alimentados com dietas contendo RSC.....45

Tabela 2. Composição percentual e calculada das dietas experimentais de 22 a 42 dias de frangos de corte alimentados com dietas contendo RSC.....46

Tabela 3. Desempenho de frangos de corte, alimentados com diferentes inclusões de RSC, no período de 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade.49

Tabela 4. Parâmetros bioquímicos sanguíneos de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade, alimentados com diferentes inclusões de RSC.....51

Tabela 5. Rendimento de carcaça, cortes, gordura abdominal e fígado de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de inclusão de RSC53

Tabela 6. Parâmetros avaliados para qualidade de carne de peito de frangos de corte de 1 a 42 dias alimentados com RSC53

Tabela 7. Composição química corporal de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade.....54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO.....	13
2.1 Alimentos alternativos.....	13
2.2 Resíduos da fabricação de cervejas.....	14
2.3 Caracterização do resíduo seco de cervejaria (RSC).....	17
2.4 Efeitos do RSC na alimentação de frangos de corte.....	18
2.5 Referências bibliográficas.....	21
3. DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES ENERGÉTICOS DO RESÍDUO SECO DE CERVEJARIA	28
3.1 Introdução.....	30
3.2 Material e métodos.....	31
3.3 Resultados e discussão.....	34
3.4 Conclusão.....	37
3.5 Referências.....	38
4. DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO RESÍDUO SECO DE CERVEJARIA.....	41
4.1 Introdução.....	43
4.2 Material e métodos.....	44
4.3 Resultados e discussão.....	48
4.4 Conclusão.....	54
4.5 Referências bibliográficas.....	55

1 INTRODUÇÃO

A nutrição dos frangos de corte representa cerca de 65 a 75% dos custos totais de produção (ABD EL-HACK et al., 2015 e AL-SAGHEER et al., 2019). No Brasil, as dietas são predominantemente à base de milho e farelo de soja, devido à grande produtividade nacional destes grãos e por apresentarem excelente qualidade nutricional. A quantidade de milho direcionada para alimentação animal no Brasil está entre 60 e 80% da totalidade produzida (DUARTE et al., 2015), sendo aproximadamente 59% desta porção destinada para a alimentação de aves e suínos (KOZIOSKI e CIOCCA, 2004).

Entretanto, essas matérias-primas podem sofrer oscilações de preço durante o ano, devido a fatores climáticos e econômicos, podendo tornar os custos de produção mais onerosos e instáveis (CARNEIRO et al., 2015). O aumento constante nos preços desses grãos tem levado a um crescente interesse por alimentos alternativos que possam ser utilizados nas dietas, sem causar prejuízo ao desempenho desses animais (TAVERNARI et al., 2008).

Nesse contexto, há a necessidade de pesquisas que validem a utilização de alimentos alternativos que possam representar menores custos de produção (LOPEZ et al., 2016) e que atendam as exigências nutricionais das aves, para que possam expressar seu máximo potencial genético ao longo das fases de produção. Dentre os principais alimentos alternativos, destacam-se os resíduos da agroindústria, tal como o resíduo de cervejaria (AHAOTU, 2016).

No Brasil, o resíduo de cervejaria se encontra predominantemente na forma úmida (BROCHIER e CARVALHO, 2009) e é muito utilizado na alimentação de ruminantes. Porém, devido ao seu alto teor de umidade, enfrenta dificuldades de armazenamento, transporte e possui grande degradabilidade devido à alta atividade microbiológica. Por isso a necessidade deste resíduo ser submetido ao processo de desidratação, a fim de viabilizar seu uso na nutrição animal, possibilitando reduzir os custos com transportes e podendo ser realizada sua estocagem por mais tempo.

O resíduo seco de cervejaria (RSC) é um alimento energético e proteico e pode ser utilizado em substituição parcial ao milho e o farelo de soja em dietas para frangos de corte (SWAIN et al., 2013). Em revisão de Abd El-Hack et al. (2019), avaliando a composição química do RSC, foram encontrados valores médios de 2198 kcal kg⁻¹ e 25,8% de energia metabolizável e proteína bruta, respectivamente, além de minerais, vitaminas e aminoácidos. Entretanto, sua utilização na alimentação de frangos de corte é limitada devido ao alto teor de fibras e polissacarídeos não amiláceos (PNAs) presentes na sua composição (ODUNUKAN et

al., 2016).

O resíduo de cervejaria possui grandes variações na sua composição química e nutricional. Isso ocorre devido a vários fatores, como a variedade dos cereais, solos, época de colheita, processos distintos de fabricações entre as fábricas e se houve adição de adjuvantes durante a fabricação de cerveja (LYNCH et al., 2016).

Em função disso, objetivou-se determinar a composição química, valores de energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA_n) do RSC e seus efeitos sobre o desempenho, rendimento de carcaça, cortes, fígado e gordura abdominal, parâmetros bioquímicos séricos e qualidade da carne de frangos de corte.

2 REVISÃO

2.1 Alimentos alternativos

Os alimentos considerados alternativos consistem em uma classe de alimentos que usualmente não compõem as dietas comerciais (ARAÚJO, 2007). A utilização de ingredientes alternativos é um fator importante e pode contribuir para o sucesso da produção avícola. O uso de resíduos agroindustriais na nutrição animal possibilita a redução dos custos de produção, além de reduzir o descarte destes resíduos no meio ambiente (EL BOUSHY e VAN DER POEL, 2000).

As pesquisas relacionadas à utilização de alimentos alternativos que substituam o milho e farelo de soja nas dietas têm colaborado com os avanços nas áreas de exigências nutricionais, avaliação de alimentos e também nos programas de alimentação que utilizam matérias-primas regionais (FERNANDES et al., 2013).

Os resultados experimentais de pesquisas com a utilização desses alimentos são importantes, uma vez que produtores e nutricionistas, a partir do conjunto destes resultados, podem obter maior conhecimento e melhores critérios em relação à utilização destes ingredientes de forma cautelosa e eficiente (SILVA et al., 2009; RUFINO et al., 2015).

O processamento de matérias primas da agroindústria gera uma infinidade de resíduos, que apresentam um potencial elevado para uso na alimentação animal (GOMES et al., 2009). Muitos trabalhos demonstram a possibilidade da utilização destes alimentos na alimentação de aves.

Broch et al. (2017) e Silva et al. (2019), avaliando diferentes níveis de inclusão de resíduo seco de fecularia na alimentação de frangos de corte, concluíram que o resíduo pode ser incluído até o nível de 10% nas dietas, desde que associado ao uso de carboidrases.

Oladimeji et al. (2019) ao testarem a utilização de casca de mandioca, observaram que a inclusão de até 60% em substituição ao milho não afetou negativamente o desempenho das aves. Berwanger et al. (2014) e Berwanger et al. (2017), ao testarem a utilização de torta de girassol na alimentação de frangos de corte, concluíram que a inclusão de até 10% pode ser realizada sem prejudicar o desempenho das aves.

Hassan e Aqil (2015) ao avaliarem a utilização de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) concluíram que a inclusão de até 10% não apresentou efeitos adversos sobre o desempenho de frangos de corte aos 35 dias de idade.

Outros exemplos de alimentos que podem ser considerados alternativos e utilizados na alimentação de frangos de corte são a farinha de batata doce (NUNES et al., 2011), quirera de arroz (BRUM et al., 2007), resíduos do processamento de frutas como as sementes de maracujá (TOGASHI et al., 2008) e a polpa cítrica (VARGAS et al., 2019), co-produtos como farelos e tortas (BONFIM et al., 2009), resíduos de biscoitos (LIMA et al., 2012) e farinha de resíduo de filetagem de tilápia (EYNG et al., 2010).

Como visto, uma variedade de ingredientes podem ser considerados alternativos e utilizados na formulação de dietas para aves, apresentando grande potencial e contribuindo com o desenvolvimento do setor avícola. Vale destacar que os resíduos que mais são utilizados são os de origem vegetal e vêm principalmente de fábricas de sementes oleaginosas e indústrias de destilarias (ADAMA et al., 2007; FASUYI et al., 2019).

2.2 Resíduos da fabricação de cervejas

O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja no mundo, de acordo com o Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja (2017), em 2016 a produção foi de 13,3 bilhões de litros, logo após os Estados Unidos (22,1 bilhões de litros) e China (46 bilhões de litros). No final do processo de fabricação da cerveja, além da cerveja, obtém-se o resíduo úmido cervejeiro, composto sólido da matéria prima usada na fermentação e a levedura que cresceu durante o processo (SANTOS e RIBEIRO, 2005).

Esses resíduos correspondem a uma perda de aproximadamente 20 L de água a cada 100 L utilizados no processo de cervejas (PRIEST e STEWART, 2006). A geração destes resíduos em suas respectivas etapas do processo cervejeiro podem ser resumidas na Figura 1.

O bagaço de malte, é o primeiro e principal resíduo sólido gerado durante todo o processo de fabricação de cervejas. Durante a etapa de mostura há uma grande deposição residual de ingredientes no bagaço, formando assim, um resíduo sólido de alto valor nutricional e o gerado em maiores quantidades, resultando em um grande volume de resíduo ao longo do ano, com baixo ou nenhum custo para sua aquisição (ALIYU e BALA, 2011). Esse resíduo corresponde a cerca de 85% do total de resíduos gerados no processo de fabricação de cerveja (LIMA, 2010).

Durante a etapa de cocção, há a formação de um precipitado, proveniente da perda da carga de nitrogênio pelo mosto, chamado *trub* quente, resultante do processo de coagulação de proteínas insolúveis, principalmente de alto peso molar, gerando o segundo resíduo sólido do

processo de fermentação (PRIEST e STEWART, 2006).

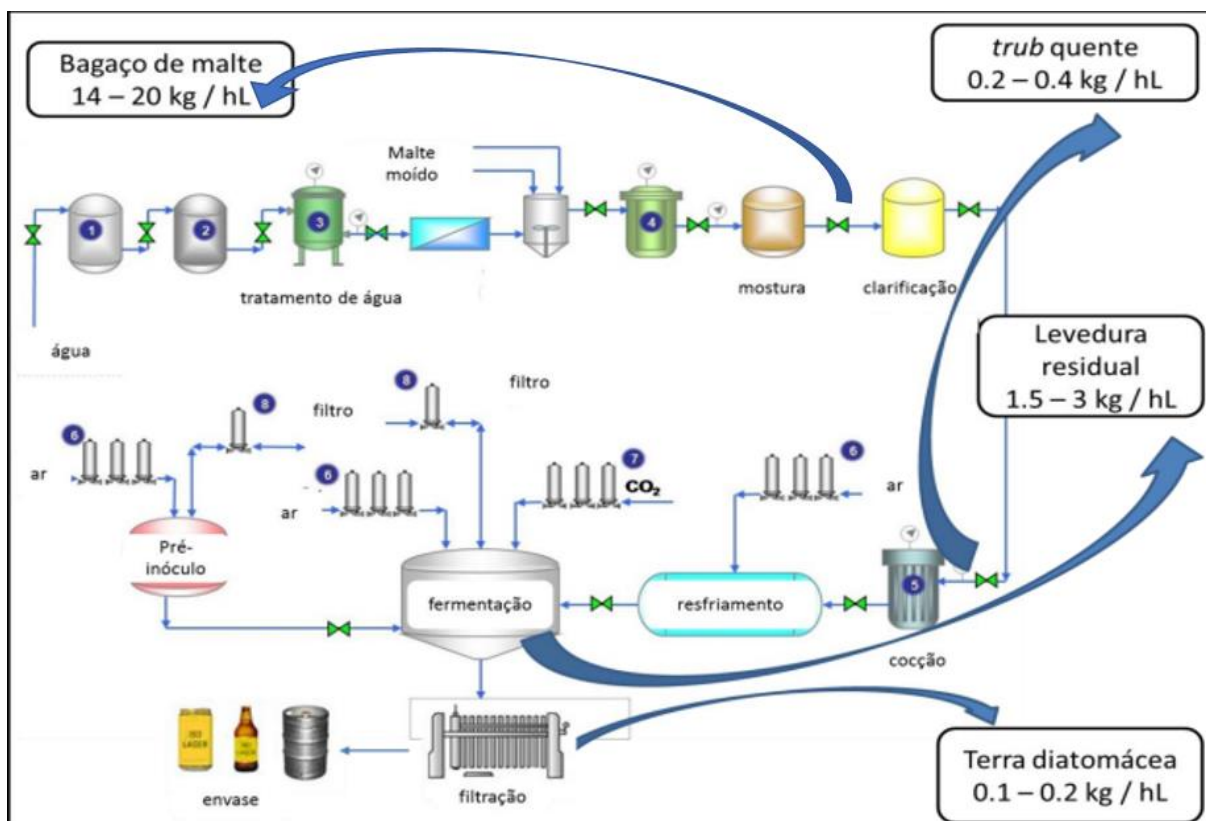


Figura 1: Fluxograma do processo cervejeiro e a geração de resíduos (adaptado de www.3m.com).

Na etapa de maturação, há a decantação das leveduras, que multiplicam seu tamanho de 3 a 5 vezes no reator. A remoção da levedura é realizada por diferentes drenos no fundo do reator durante os dias de fermentação. Em geral, a massa de células de levedura pode estar entre 1,5 e 3 kg para cada 100 litros de cerveja produzida contendo cerca de 85 a 90% de umidade (FERREIRA et al., 2010; OLAJIRE, 2012).

Esse resíduo possui substâncias como carboidratos (35 – 45%), minerais (5 – 7,5%), lipídios (4 – 6%), vitaminas do complexo B, enzimas e RNA (PINTO et al., 2013) que possibilitam sua utilização como resíduo. Os aminoácidos presentes em maior quantidade são lisina, leucina, isoleucina, valina, triptofano, treonina e fenilalanina (CHAE et al., 2000; YAMADA et al., 2003).

Na etapa final do processo de fabricação de cervejas ocorre a filtração, diferentes elementos filtrantes podem ser usados na forma de pó, como celulose, terra de diatomáceas, perlita, carvão ativado e até levedura residual da própria fermentação (MATHIAS et al., 2014).

A terra de diatomáceas representa o método de filtragem mais eficaz e utilizado na indústria cervejeira (BRIGGS et al., 2004). Ao final da filtração, a massa remanescente nos

filtros pode aumentar seu volume em três vezes ou mais, devido à retenção de material orgânico, especialmente leveduras, proteínas e polifenóis (FILLAUDEAU et al., 2006).

O destino usual dos resíduos gerados durante o processo de fabricação de cervejas é sua incorporação ao bagaço de malte para posterior utilização na alimentação animal, geralmente na de ruminantes (PRIEST e STEWART, 2006).

Após a formação e mistura destes resíduos, se obtém o resíduo úmido de cervejaria, que devido ao alto teor de umidade e a presença significativa de açúcares fermentáveis residuais, se torna muito instável e suscetível à contaminação microbiana, principalmente por fungos filamentosos, dificultando o armazenamento e transporte, proporcionando o desenvolvimento de micotoxinas (MUSSATO et al., 2006).

A contaminação de alimentos que serão fornecidos aos animais e a potencial contaminação da carne de animais acometidos por micotoxinas representa um sério risco para os seres humanos e animais. As micotoxinas são substâncias ou metabólitos secundários tóxicos, produzidos principalmente pelos fungos dos gêneros *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Claviceps* e *Stachybotrys* (ZAIN, 2011), dentre as principais micotoxinas encontradas em produtos alimentícios e grãos têm-se a: aflatoxina, tricotecenos, zearalenona e ocratoxinas, que são altamente tóxicas e podem prejudicar o desempenho animal e a saúde humana (JI et al., 2016). Assim, diferentes técnicas de conservação podem ser propostas, incluindo secagem, congelamento e adição de conservantes químicos, que atuam inibindo o desenvolvimento microbiano, conservando as características desejáveis do resíduo por longos períodos de tempo (MATHIAS et al., 2014).

As principais técnicas de secagem para a utilização em larga escala são liofilização e secagem em forno, sendo a secagem a quente em temperaturas abaixo de 60 °C o método mais viável e mais eficiente, pois o alto teor de umidade pode facilmente causar contaminação por microrganismos e aumentar o peso e o volume para armazenamento e transporte (ALIYU e BALA, 2011).

Para a utilização em dietas experimentais ou em menor escala por pequenos produtores, o método mais utilizado é a secagem ao sol. Schone et al. (2016) propõem a metodologia de exposição do material ao sol durante três dias, sob superfície de concreto e em camadas de 2 cm, o resíduo deve ser enleirado a cada duas horas, para maior uniformidade de secagem e coberto durante a noite para evitar a deposição de orvalho.

Também existe a possibilidade de serem adicionados conservantes químicos, como amônia e ácidos láctico, acético, fórmico, benzóico, propiônico e fosfórico, sorbato de potássio

ou sal comum, que ajudam a manter a qualidade e o valor nutricional do coproduto (PRIEST e STEWART, 2006; LIMA, 2010).

2.3 Caracterização do resíduo seco de cervejaria (RSC)

Após o processo de secagem e trituração do resíduo úmido de cervejaria, obtêm-se um produto de menor volume e peso e com maior teor de nutrientes por unidade de massa seca e vida útil (ASCHERI et al., 2007), denominado resíduo seco de cervejaria (RSC).

O conteúdo de nutrientes do RSC difere substancialmente, dependendo da maturidade da planta, do processamento e dos aditivos usados durante a fabricação de cervejas (SANTOS et al., 2003).

O RSC apresenta boas propriedades nutricionais com mais de 20% de proteína bruta e níveis razoavelmente ricos de aminoácidos essenciais (0,9% de lisina, 0,4% de metionina, 0,4% de triptofano, 1,2% de fenilalanina, 1,1% de treonina e 1,6% de valina) (OYEAGU et al., 2019), apresentando potencial para utilização na produção avícola. É também uma fonte concentrada de fibras digestíveis, vitaminas B e fósforo. No entanto, ainda possui uma quantidade considerável de fibra indigestível (OREOPOULOU et al., 2007; HUSSAINI et al., 2010).

Em estudo realizado por Swain et al. (2012), o RSC apresentou em sua composição 25% de PB, 5,06% de EE, 17,8% de FB, 7,5% de cinzas totais e 1,5% de cinzas ácido insolúvel. Já Denstadli et al. (2010) encontraram 20,9% de PB, 9,0% de EE, 34,3% de PNAs, 3,0% de cinzas totais e 8,1% de amido.

O RSC é uma fonte de vitaminas hidrossolúveis (ODUNUKAN et al., 2016) e possui em sua composição outros componentes, como paredes celulares e leveduras, que, quando incluídos em dietas de frangos de corte, podem auxiliar na melhora do desempenho e a morfologia intestinal desses animais (LI et al., 2016).

Mussatto et al. (2006) destacaram que o RSC contém nutrientes incluindo minerais, vitaminas e aminoácidos. Os minerais encontrados são o cálcio, fósforo, potássio, enxofre, sódio, magnésio, ferro, manganês, selênio, cobre e cobalto, todos em concentrações inferiores a 0,5%. As vitaminas incluíram (mg kg⁻¹): colina (1800), niacina (44), ácido pantotênico (8,5) riboflavina (1,5), tiamina (0,7) piroxidina (0,7) ácido fólico (0,2) e biotina (0,1). Referente aos aminoácidos possui leucina, valina, alanina, serina, glicina, ácido glutâmico e ácido aspártico em maiores quantidades e tirosina, prolina, treonina, arginina, e lisina em menores quantidades.

Nesse contexto, a inclusão de RSC nas dietas de frangos de corte pode resultar na

redução da utilização dos ingredientes tradicionalmente utilizados como o milho e o farelo de soja, além da redução da suplementação de aminoácidos industriais na alimentação, consequentemente pode possibilitar a redução dos custos de produção e diminuir a excreção excessiva de nitrogênio (PARPINELLI et al., 2018). Vale destacar que para que haja uma utilização mais eficiente e lucrativa deste resíduo, deve-se levar em consideração as grandes variações que este sofre devido aos diferentes processos de produção, a disponibilidade e facilidade de acesso à este ingrediente, bem como a necessidade de um processo eficiente de desidratação para reduzir a umidade e consequentemente a atividade microbológica e possível presença de micotoxinas.

2.4 Efeitos do RSC na alimentação de frangos de corte

Em estudos iniciais sobre a utilização do RSC nas dietas para frangos de corte, Ademosun (1973) concluiu com base nos resultados para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) que o nível de inclusão não deve exceder 10 e 30% nas dietas para aves na fase inicial e crescimento, respectivamente. Swain et al. (2012) relataram que o consumo de ração aumenta significativamente devido à incorporação de RSC nos níveis de 10 e 20% de inclusão nas dietas. Esses achados confirmaram relatórios anteriores de Onifade e Babatunde (1998), que ao utilizarem três níveis (10, 20 e 30%) de RSC em dietas para frangos de corte constataram aumento no consumo de ração com níveis crescentes de RSC, sendo a inclusão de 10% a mais eficiente.

Pesquisas demonstraram que a utilização do RSC nas dietas de frangos de corte pode afetar os parâmetros produtivos como o aumento do ganho de peso (PARPINELLI et al., 2018), redução nos custos de produção sem afetar a conversão alimentar (ASHOUR et al., 2019) e melhora na conversão alimentar (ALABI et al., 2014).

Ashour et al. (2019) ao realizarem ensaios de metabolismo, com a inclusão de 3 a 12% de RSC, relataram que os valores médios do CR diminuíram com o aumento da inclusão do RSC nas dietas durante o período experimental de 1 a 6 semanas. Estes resultados corroboram com Ironkwe e Bamgbose (2011), os quais avaliaram o efeito do RSC em inclusões de 0, 25, 50, 75 e 100% no desempenho de frangos de corte e observaram que o CR diminuiu em resposta ao aumento da inclusão do RSC, sendo que as aves apresentaram maior consumo de ração nos tratamentos sem a inclusão do RSC. Isso pode ser explicado devido a capacidade da fibra em absorver água, aumentando o volume do bolo alimentar, proporcionando uma sensação de

saciedade e consequentemente reduzindo o consumo de ração das aves que estavam recebendo os tratamentos com a inclusão do RSC (ABD EL-HACK et al., 2019).

Parpinelli et al. (2018) ao estudarem a influência do RSC no desempenho de frangos de corte observaram melhorias no GP das aves conforme aumentaram a inclusão (0; 2; 4; 6; 8; 10%) do RSC na fase de 22 a 42 dias de idade.

Swain et al. (2012) observaram que inclusão de RSC ao nível de 20% em substituição ao milho e farelo de soja não prejudicou o GP de frangos com 9 semanas de idade. Aghabeigi et al. (2013) ao avaliarem o impacto de uma substituição gradual (0, 5, 10, 15, 20 e 25%) do farelo de soja pelo RSC no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias, observaram que o GP e a CA das aves que consumiam dietas com substituição de 25% apresentaram os piores resultados quando comparados aos outros níveis de substituição, sugerindo a inclusão de RSC nos níveis de 5% na fase inicial e 20% de na fase de terminação, proporcionando resultados positivos no desempenho dos frangos quando o farelo de soja é substituído nas dietas. No estudo de Denstadli et al. (2010) ocorreu redução no GP das aves aos 33 dias de idade submetidas à dietas com níveis de 30 e 40% de RSC em substituição ao milho e farelo de soja, mas as dietas contendo níveis de 10 e 20% de inclusão apresentaram desempenho semelhante ao do grupo controle.

Alabi et al. (2014) ao testarem níveis de inclusão de 0 e 25% de RSC suplementados com quatro níveis de enzimas comerciais diferentes, em substituição ao milho durante o período experimental de 1 a 56 dias de idade, observaram que houve uma redução nos valores de ganho de peso para os tratamentos sem suplementação enzimática, porém os tratamentos com inclusão de enzimas se equipararam aos tratamentos controle.

Em estudo de Ashour et al. (2019) observaram que as aves que receberam tratamentos com a inclusão de RSC apresentaram redução no GP e aumento na CA em relação as que recebiam dieta controle, segundo Lacassagne (1998) o RSC é um material que possui altas concentrações de PNAs (34,3%) e taninos (1,4%), esses fatores antinutricionais interferem na eficiência da utilização do alimento pelos animais não ruminantes, reduzindo o aproveitamento dos alimentos e inibindo a absorção de nutrientes essenciais e enzimas digestivas.

Denstadli et al. (2010) avaliaram a inclusão de 10, 20, 30 e 40% de RSC e observaram que a CA foi maior para os níveis de 30 e 40%, já os níveis de 10 e 20% foram semelhante ao controles, podendo concluir que a inclusão de até 20% de RSC na dieta de frangos de corte para a idade de 12 a 33 dias não prejudicou o GP e a CA das aves.

O rendimento de carcaça, cortes e peso dos órgãos são características muito importantes

na produção de frangos de corte e nas últimas décadas está ocorrendo uma grande valorização dos cortes e das carcaças inteiras no mercado internacional, devido ao grande aumento da produção e exportações, tornando necessária a busca por soluções que visem melhorar a qualidade e o rendimento dos mesmos (ANTUNES et al., 2012).

O RSC, assim como a maioria dos resíduos da agroindústria, é um alimento que possui uma grande quantidade de fibras (15,8%), podendo acarretar em baixo desempenho dos animais e consequentemente afetar o rendimento de carcaça e cortes, devido a reduzida capacidade das aves em digerir o conteúdo fibroso das dietas e dificultando a utilização dos nutrientes (ABD EL-HACK et al., 2019).

Entretanto, muitos estudos avaliando a utilização de resíduos agroindustriais, que possuem composição semelhante ao RSC, como alto teor de fibra, PNAs, taninos e outros fatores antinutricionais, demonstraram não haver prejuízos em relação ao rendimento de carcaça e cortes quando incluídos nas dietas em níveis adequados. Swain et al. (2012) estudando a inclusão de níveis de 0, 10 e 20% de RSC na alimentação de frangos de corte, observaram que o rendimento de carcaça aumentou significativamente e houve redução significativa na deposição de gordura abdominal para as aves alimentadas com 10 e 20% de RSC em comparação ao grupo controle. Anyanwu et al. (2008), ao testarem a inclusão de RSC na alimentação de frangos de corte constataram que o rendimento de carcaça, cortes e gordura abdominal não foram influenciados pela inclusão do RSC.

Broch et al. (2017) observaram que o rendimento de carcaça e cortes aos 42 dias não foram prejudicados com a inclusão de resíduo seco de mandioca suplementados ou não com carboidratos. Picoli et al. (2014), ao utilizarem resíduo seco de mandioca na alimentação de frangos de corte de crescimento lento, não observaram diferença entre os tratamentos para o rendimento de carcaça e cortes. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Cortés-Cuevas et al. (2012) e Damasceno et al. (2020) que ao testarem a utilização de DDGS em diferentes níveis, não observaram diferença entre os tratamentos para o rendimento de carcaça e cortes.

Os resíduos agroindustriais são uma alternativa eficiente na alimentação de frangos de corte, quando se leva em consideração a disponibilidade das matérias-primas e a correta determinação dos valores nutricionais e energéticos, podendo não prejudicar ou, algumas vezes melhorar as características e o rendimento de carcaça e cortes, proporcionando maior margem de lucro sem afetar o desempenho dos animais (SWAIN et al., 2012).

2.4 Referências Bibliográficas

- ABD EL-HACK, M.E.; ALAGAWANY, M.; FARAG, M.R.; DHAMA, K. Use of maize distiller's dried grains with solubles (DDGS) in laying hen diets: Trends and advances. **Asian Journal of Animal and Veterinay Advances**, n.10, p.690-707, 2015.
- ABD EL-HACK, M.E.; ALAGAWANY, M.; PATRA, A.; ABDEL-LATEF, M.; ASHOUR, E.A.; ARIF, M.; FARAG, M.R.; DHAMA, K. Use of brewers dried grains as an unconventional feed ingredient in the diets of broiler chickens: a review. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**. v.7, n.3, p.218-224, 2019.
- ADAMA, T.Z.; OGUNBAJO, S.A.; MAMBO, M. Feed intake, growth performance and nutrient digestibility of broiler chicks fed diets containing varying levels of sorghum dried brewers' grains. **International Journal of Poultry Science**, n.6, p.592-598, 2007.
- ADEMOSUN, A.A. Evaluation of brewers' dried grains in the diets of growing chickens. **British Poultry Science**, v.14, p.463-468, 1973.
- ADENIJI, A.A.; ADEWOLE, O.A. Effects of feeding graded levels of brewers dried grains with or without probiotics supplementation in replacing groundnut cake in the diet of weaned rabbits. **Journal of Natural Science Research**, v.5, n.7, p.155-163, 2015.
- AGHABEIGI, R.; MOGHADDASZADEH-AHRABI, S.; AFROUZIYEH, M. Effects of brewer's spent grain on performance and protein digestibility in broiler chickens. **European Journal of Experimental Biology**, n.3, p. 283-286, 2013.
- AHAOTU, E.O.; OKONKWO, V.N.; IHENACHIO, R.A.; EBOCHUO, V.C. Performance and carcass characteristics of finisher broilers fed brewer's dried grain supplemented with exogenous enzymes. **Book of Proceeding of the Academic Conference on Positioning Sub-Sahara Africa for Development in the New Development**, p. 200-208, 2016.
- AL-SAGHEER, A.A.; ABD EL-HACK, M.E.; ALAGAWANY, M.; NAIEL, M.A.; MAHGOUB, S.A.; SWELUM, A.A. Paulownia leaves as a new feed resource: Chemical composition and effects on growth, carcasses, digestibility, blood biochemistry, and intestinal bacterial populations of growing rabbits. **Animals Open Source Journal**, n.9, p.95, 2019.
- ALABI, O.O.; ATTEH, J.O.; ADEJUMO, I.O.; OGUNDELE, O.O. Effects of dietary levels of brewers' dried grain supplemented with commercial enzymes on performance, nutrient retention and gastro-intestinal tract characteristics of Arbor Acres broilers. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**, v.2, n.5, 2014.
- ALIYU, S.; BALA, M.; Brewer's spent grain: A review of its potentials and applications. **African Journal of Biotechnology**, v.103, n.3, p.324-331, 2011.
- ANYANWU, G.A.; IHEUKWUMERE, F.C.; EMEROLE, C.O. Performance, carcass characteristics and economy of production of broilers fed maize-grit and brewers dried grain replacing maize. **International Journal of Poultry Science**, v.7, n.2, p.156-160, 2008.
- ANTUNES, M.M.; BUENO, J.P.R.; SILVA, M.C.A.; SOARES, D.B.; SANTOS, I.L.; CARVALHO, C.M.C.; OLIVEIRA, M.V.; FERNANDES, E.A. Rendimento de carcaça e

- cortes em frangos de corte fêmeas de duas linhagens submetidas a diferentes níveis nutricionais. **Veterinária Notícias**, v.18, n.2, p.100-104, 20012
- ARAÚJO, 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 Brasilica**, v. 1, n. 3, p.69-77, 2007.
- ASCHERI, D. P. R.; BURGER, M.C.M.; MALHEIROS, L. V.; OLIVEIRA, V. N. **Curvas de secagem e caracterização de hidrolisados de bagaço de cevada**. Associação Brasileira de Química. <http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/10/10-380-261.htm>, 2007.
- ASHOUR, E.A.; REDA, F.M.; ABD EL-HACK, M.E. The influences of partially replacement of maize corn by broken rice and sugar beet pulp on growth performance, carcass traits and economics of meat type quails. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, n.6, p.185-188, 2019.
- BARCHET, R. Hot Trub: Formation and removal. *Brewing Techniq.* 1:4. BRIGGS, D.E.; BOULTON, C.A.; BROOKES, P.A.; STEVENS, R. **Brewing Science and Practice**, Flórida: CRC Press LLC and Woodhead Publishing Limited. 863p, 2004, 1993.
- BERWANGER, E.; NUNES, R.V.; DE OLIVEIRA, T.M.M.; BAYERLE, D.F.; BRUNO, L.D.G. Performance and carcass yield of broilers fed increasing levels of sunflower cake, **Revista Caatinga**, v.30, n.1, p.201-212, 2014.
- BERWANGER, E.; NUNES, R.V.; POZZA, P.C.; DE OLIVEIRA, T.M.M.; SCHERER, C.; FRANK, R.; BAYERLE, D.F.; HENZ, J.F. Performance and carcass yield of broilers fed increasing levels of sunflower cake, **Revista Caatinga**, v.30, n.1, p.201-212, 2017.
- BONFIM, M. A. D.; SILVA, M. M. C.; SANTOS, S. F. Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3, n.4, p.15-26, 2009.
- BRIGGS, D.E.; BOULTON, C.A.; BROOKES, P.A.; STEVENS, R. **Brewing Science and Practice**, CRC Press LLC and Woodhead Publishing Limited, p.863, 2004.
- BROCH, J.; NUNES, R.V.; DE OLIVEIRA, V. Dry residue of cassava as a supplementation in broiler feed with or without addition of carbohydrases. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, n.4, p.2641-2658, 2017.
- BROCHIER, M.A.; CARVALHO, S. Aspectos ambientais, produtivos e econômicos do aproveitamento de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cortdeiros em sistema de confinamento. **Ciência e Agrotenologia**, v.33, n.5, p.1392-1399, 2009.
- BRUM JUNIOR, B.S.; ZANELLA, I.; TOLEDO, G.S.P.; XAVIER, E.G.; VIEIRA, T.A.; GONÇALVES, E.D.; BRUM, H.; OLIVEIRA, J.L.S. Dietas para frangos de corte contendo quirera de arroz. **Ciência Rural**, v.37, n.5, p.1423-1429, 2007.
- CARNEIRO, A.P.M.; PASCOAL, L.A.F.; WATANABE, P.H.; SANTOS, I.B.; LOPES, J.M.; ARRUDA, J.C.B. Farelo de babaçu em rações para frangos de corte na fase final: desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.1, p 40-47, 2015.
- CHAE, H.J.; JOO, H.; MAN-JIN, I. Utilization of brewer's yeast cells for the production of

- food-grade yeast extract. Part 1: effects of diferents enzymatic treatments on solid and protein recovery and flavor characteristics. **Bioresource of Technology**, n.76, p.253-258, 2000.
- CORTÉS-CUEVAS, A.; CARRILLO, C.; ELIZALDE, G.; IRIARTE, J.; ROA, M.; GONZÁLEZ, E. El uso de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en dietas sorgo-soya para pollos de engorda y gallinas de postura. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, n.3, p.331-341, 2012.
- DAMASCENO, J.L.; ROCHA, C.S.; EYNG, C.; BROCH, J.; SAVARIS, V.D.L.; TESSER, G.L.S.; AVILA, A.S.; PACHECO, W.J.; NUNES, R.V. Corn Distillers' dried grains with solubles to feed broiler chickens from 22 to 42 days of age. **Applied Poultry Research**, doi: <https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.03.004>, 2020.
- DENSTADLI, V.; WESTERENG, B.; BINIYAM, H.G.; BALANCE, S.; KNUTSEN, S.H.; SVIHUS, B. Effects of structure and xylanase treatment of brewers spent grains on performance and nutrient availability in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.51, p.419-426, 2010.
- DUARTE, J.O.; MATTOSO, M.J.; GARCIA, J.C. **Milho: importância socioeconômica**. 2015. Agência Embrapa, Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/CONTAG01_08_168200,511157.html> Acesso em: 20 dez 2015.
- EL BOUSHY, A.R.Y.; VAN DER POEL, A.F.B., **Handbook of poultry feed from waste processing and use**. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2000.
- EYNG, C.; NUNES, R.V.; POZZA, P.C.; SILVA, W.T.M.; NAVARINI, F.C.; HENZ, J.R. Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2670-2675, 2010.
- FASUYI, A.O.; ATURAMU, O.A.; LAWA, A.S.; Part II: Economic Analyses and the Growth Performance of Broiler Finisher (29-58day) Birds on High Fibre-low Protein Industrial Plant By-products. **Asian Journal of Advances Research**, v.6, n.3, p.1-10, 2019.
- FERNANDES, R. T. V., VASCONCELOS, N. V. B., FRANÇA LOPES, F., ARRUDA, A. M. V.; PINTO, A. R. M. Aspectos gerais sobre alimentos alternativos na nutrição de aves. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, n.7, p.67-72, 2013
- FERREIRA, M.P.L.V.O.; PINHO, O.; VIEIRA, E.; TAVARELA, J.G. Brewer's Saccharomyces yeast biomass: characteristics and potential applications. **Trends in Food Science Technology**, n.21, p.77-84, 2010.
- FILLAUDEAU, L.; BLANPAIN-AVET, P.; DAUFIN, G. Water, wastewater and waste management in brewing industries. **Journal of Cleaner Production**, v.14, p.463-471. 2006.
- FREITAS, L.W.; GARCIA, R.G.; NAAS, I.A.; CALDARA, F.R.; LIMA, N.D.S. Volatilização de amônia em diferentes tipos de cama para frangos de corte. **Revista Brasileira de Biosistemas**, v.5, n.3, p. 142-151, 2001.
- GOES, R. H. T. B.; LIMA, H. L. **Técnicas laboratoriais na análise de alimentos**. Dourados, Ed: UFGD, 2017.

- GOMES, J.A.F.; LEITE, E.R.; CAVALCANTE, A.C.R.; CÂNDIDO, M.J.D.; LEMPP, B.; BOMFIM, A.D.; ROGÉRIO, M.C.P. Resíduo agroindustrial da carnaúba como fonte de volumoso para a terminação de ovinos, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.1, p.58-67, 2009.
- HASSAN, S.M.; AL AQIL, A.A. Effect of adding different dietary levels of distillers dried grains with solubles (DDGS) on productive performance of broiler chicks. **International Journal of Poultry Science**, v.14, n.1, p.13-18, 2015.
- HUSSAINI, S.J.; MOGHADDAM, H.N.; KERMANS SHAHI, H. The influence of different levels of brewers spent grain and enzyme on performance and digesta viscosity of broiler chicks. **Journal of Animal Veterinary Advances**, n.9, p.2608-2612, 2010.
- IRONKWE, M.O.; BAMGBOSE, A.M. Effect of replacing maize with brewers' dried grain in broiler finisher diet. **Int. Journal of Poultry Science**, n.10, p.710-712, 2011.
- JI, C.; FAN, Y.; ZHAO, L. Review on biological degradation of mycotoxins. **Animal Nutrition**, v.2, n.3, p.127-133, 2016.
- KOZIOSKI, G.V.; CIOCCA, M.L.S. Energia e sustentabilidade em agroecossistemas. **Ciência Rural**, v.30, n.4, p.737-745, 2004.
- LACASSAGNE, L.; FRANCESCH, M.; CAIRE, B.; MEKION, J.P. Utilization of tannin containing and tannin free faba beans (*Vicia faba*) by young chicks. Effects of pelleting feed on energy, protein and starch digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, v.70, p.57-68, 1998.
- LI, X.H.; CHEN, Y.P.; CHENG, Y.F.; YANG, W.L.; WEN, C.; ZHOU, Y.M. Effect of yeast cell wall powder with different particle sizes on the growth performance, serum metabolites, immunity and oxidative status of broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v.212, p.8189, 2016.
- LIMA, U.A. **Matérias-primas dos Alimentos**. São Paulo: Ed Blucher. p.402, 2010.
- LIMA, M. O.; JÚNIOR, C. P. A. S. FIGUEIREDO, A. L. V. Resíduo de panificação como alternativa na alimentação de frangos de corte criados na amazônia ocidental, Acre, Brasil. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v.8, n.14, p.835, 2012.
- LYNCH, M.K.; STEFFEN, E.J.; ARENDT, E.K. Brewers' spent grain: a review with an emphasis on food and health. **Journal of the Institute of Brewing**, v.122, n.4, p.553-568, 2016.
- LOPEZ, J.M.M.; OCAÑA, L.R.; CONTRERAS, J.C.M.; DE LA CRUZ, C.R.; IZETA, H.B. Yuca: alimento alternativo para cerdos a base de yuca: determinando su rentabilidad y viabilidad económica. **Revista Global de Negocios**, v.4, n.7, p.53-61, 2016.
- MADEIRA, L. A.; SARTORI, J.R.; ARAÚJO, P.C.; PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; PEZZATO, A.C. Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2214-2221, 2010.
- MATHIAS, R.S.; MELLO, P.P.M.; SÉRVULO, E.F.C. Solid wastes in brewing process: A

- review. **Journal of Brewing and Distilling**. v.5, n.1, p.1-9, 2014.
- MUSSATO, S.I.; FERNANDES, M.; MANCILHA, I.M.; ROBERTO, I.C.; Effects of medium supplementation and pH control on lactic acid production from brewer's spent grain. **Biochemical Engineering Journal**, n.40, p.437-444, 2006.
- NUNES, J.K.; GONÇALVES, F.M.; DALLMANN, H.M.; GENTILLINI, F.P.; ANCIUTI, M.A.; RUTZ, F.; MAIER, J.C.; SILVA, J.G.C Desenvolvimento do Sistema digestório de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce. **Archivos da Zootecnia**, v.60, n.232, p.1105-1114, 2011
- ODUNUKAN, R.O.; AKINYEMI, D.O.; TANIMOLA, O.A.; BANKOLE, Y.O. Design, construction and performance analysis of brewery waste dryer. **Asian Journal of Basic and Applied Science**, v.3, n.2, p.27-42, 2016.
- OLADIMEJI, S.; OGUNWOLE, O.; AMOLE, T. A.; TEWE, O. Carcass characteristics and organ weights of broiler chickens fed varying inclusion levels of Cassava (*Manihot esculenta* crantz) peel based diets. **Asan-Nias Joint Annual Meeting** p. 147-154, 2019.
- OLAJIRE, A.A.; The brewing industry and environmental challenges. **Journal of Cleaner Production**, p.1-21, 2012.
- ONIFADE, A.A.; BABATUNDE, G.M. Comparison of the utilization of palm kernel meal, brewers' dried grains and maize offal by broiler chicks. **British Poultry Science**, n.39, p.245-250, 1998.
- OREOPOULOU, V.; W, RUSS. **Utilization of by-Products and Treatment of Waste in the Food Industry**, Springer, New York, p.316, 2007.
- OYEAGU, C.E.; UGWUANYI, C.L.; ONWUJIARIRI, E.; OSITA, C.O.; AKURU, E.A.; ANI, A.O.; IDAMOKORO, E.M.; FALOWO, A.B. Blood bio-markers, growth traits, carcass characteristics and income over feed cost of broiler birds fed enzyme fortified dried brewer's grain. **Pakistan Journal of Nutrition**. v.18, n.9, p.834-844, 2019.
- PARPINELLI, W.; CELLA, P.S.; SAVARIS, V.D.L.; BROCH, J.; NUNES, R.V.; Dry brewery residue in broiler chickens feed. **Semina: Ciências Agrárias**. v.39, n.4, p.1707-1716, 2018.
- PICOLI, K.P.; MURAKAMI, A.E.; NUNES, R.V.; DUARTE, C.R.A.; EYNG, C.; OSPINA ROJAS, I. C. Cassava starch factory residues in the diet of slow-growing broilers. **Tropical animal health and production**, v. 46, n. 8, p. 1371-1381, 2014.
- PINTO, L.C.; LOPES, M.V.; CARVALHO-FILHO, C.D.; ALVES, L.V.A.; BENEVIDES, C.M.J. Determinação do valor nutritivo de derivados de levedura de cervejaria (*Saccharomyces* spp.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, n.1, p.7-17, 2013.
- PRIEST, F.G.; STEWART, G.G. **Handbook of Brewing**. 2 ed. Flórida: CRC Press and Taylor & Francis Group, Purification 3M. In. p. 829, 2006.
- RUFINO, J.P.F.; CRUZ, F.G.G.; MELO, R.D.; FEIJÓ, J.C.; CHAGAS, E.O. Análise econômica da inclusão de farinha do resíduo de tucumã (*Astrocaryum vulgare*, Mart) na alimentação de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**,

v.16, n.1, p.1-9, 2015.

SANTOS, M.; JIMENEZ, J.J.; BARTOLOME, B.; GOMEZ-CORDOVES, C.; DEL NOZAL, M.J. Variability of brewers' spent grain within a brewery. **Food Chemistry**, v.80, n.1, p.17-21, 2003.

SANTOS, M.S.; RIBEIRO, F. M. **Cervejas e Refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005. 58 p. Disponível em: Acesso em 14 dez. 2019.

SCHONE, R.A.; ZAMBOM, M.; NUNES, R. V.; FERNANDES, T.; FRANK, R.; BRUXEL, T.O.; CASTAGNAR, D. Secagem de resíduo de cervejaria em camadas de diferentes espessuras. **Scientia Agraria Paranaensis**. v.15, p.127-131, 2016.

SILVA, E.P.; RABELLO, C.B.V.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; LOUREIRO, R.R.S.; GUIMARÃES, A.A.S.; LIMA, M.B.; ARRUDA, E.M.F.; BARBOSALIMA, R. Análise econômica da inclusão dos resíduos de goiaba e tomate na ração de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.4, p.774-785, 2009.

SILVA, I.M.; BROCH, J.; WACHHOLZ, L.; DALOLIO, F.S.; TEIXEIRA, L.V.; EYNG, C.; NUNES, R.V. Dry residue of cassava associated with carbohydrases in diets for broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v.28, n.4, p.1189-1201, 2019.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA – SINDICERV. **O setor em números**, disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/> acesso em: 20/12/2019.

STEFANELLO, F.S.; FRUET, A.P.B.; SIMEONI, C.P.; CHAVES, B.W.; OLIVEIRA, L.C.; NÖRNBERG, J.L. Resíduo de cervejaria: bioatividade dos compostos fenólicos; aplicabilidade na nutrição animal e em alimentos funcionais. **Revista Eletrônica em Gestão Educação e Tecnologia**, v.18, p.01-10, 2014.

SWAIN, B.K.; NAIK, P.K.; CHAKURKAR, E.B.; SINGH, N.P. Effect of feeding brewers' dried grain on the performance and carcass characteristics of Vanaraja chicks. **Journal of Applied Animal Research**, v.40 n.2, p.163-166, 2012.

SWAIN, B.K.; NAIK, P.K.; CHAKURKAR, E.B.; SINGH, N.P. Effect of feeding brewers' dried grain on the performance of Japanese quail layers. **Indian Journal of Animal Nutrition**. v.30, n.2, p.210-213, 2013.

TAVERNARI, F.C.; CARVALHO, T.A.; ASSIS, A.P.; LIMA, H.J.D. Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, p.673- 689, 2008.

TOGASHI, C.K.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N.; COSTA, A.P.D.; SILVEIRA, K.F.; DETMANN, E. Subproduto do maracujá em dietas para frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n.4, p.395-400, 2008.

VADIVEL, V.; PUGALENTI, M.; DOSS, A. PARIMELAZHAGAN, T. Evaluation of velvet bean meal as an alternative protein ingredient for poultry feed. **Animal Journal**, v.5, p.67-73, 2011.

VARGAS, M.D.; RAMIREZ, C.F.D.; Composição química e utilização de polpa cítrica na

nutrição de não ruminantes: Revisão. **Pubvet**, v.13, n.6, p.1-8, 2019.

VIEIRA, E.; ROCHA, M.A.M./ COELHO, E.; PINHO, O.; SARAIVA, J.A.; FERREIRA, I.M.P.L.V.O.; COIMBRA, M.A.; Valuation of brewer's spent grain using a fully recuclable integrated process for extraction of proteins and arabinoxylans. **Industrial Crops and Products**, v.52, p.136-143, 2007.

VILELA, E.S.D.; SGARBIERI, V.C.; ALVIM, I.D. Determinação do valor protéico de células íntegras, autolisado total e extrato de levedura (*Saccharomyces* sp.). **Revista de Nutrição**, v.13, n.3, p.185-192, 2000.

YAMADA, E.A.; ALVIM, I.D.; SANTUCCI, M.C.C.; SGARBIERE, V.C.; Composição centesimal e valor protéico de levedura residual de fermentação etanólica e de seus derivados. **Revista de Nutrição**. v.16, n.4, p.423-432, 2003.

ZAIN, M.E. Impact of mycotoxins on humans and animals. **Journal of Saudi Chemical Society**, p. 129–144. 2011.

3 DETERMINAÇÃO DOS VALORES ENERGÉTICOS E DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO RESÍDUO SECO DE CERVEJARIA

RESUMO

O objetivo com este trabalho foi determinar os valores energéticos e a composição química do resíduo seco de cervejaria (RSC) para frangos de corte. No ensaio I, foram utilizados 250 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb 500, de 11 a 21 dias de idade, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro rações testes e uma ração referência (RR), cinco repetições e dez aves por unidade experimental (UE). O RSC substituiu em 10; 20; 30 e 40% a RR, formulada à base de milho e farelo de soja. No ensaio II, foram utilizados 100 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb 500, de 31 a 41 dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro rações testes e uma RR, quatro repetições por tratamento e cinco aves por UE. O RSC substituiu em 10; 20, 30 e 40% a RR, formulada à base de milho e farelo de soja. O período experimental para ambos os ensaios de metabolismo teve duração de dez dias, sendo cinco dias de adaptação e cinco de coleta de excretas, tendo sido realizadas coletas com intervalos de 12 horas. As amostras das excretas foram secas em estufa de ventilação forçada (55 °C) e após, juntamente com a RR e o RSC foram submetidos à análise de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cálcio, fósforo, potássio, magnésio e sódio. A composição bromatológica para o RSC foi de 91,58% para MS, 29,53% para PB, 4257 kcal kg⁻¹ para EB, 4,96% para EE, 65% para FDN, 25,4% para FDA, 0,57% para Ca, 0,53% para P, 0,14% para K, 1,16% para Mg e 0,11% para Na, todos expressos na matéria natural. Os valores médios de energia metabolizável aparente (EMA), EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA_n), coeficiente de energia metabolizável de energia bruta (CMEB) e CMEB corrigido pelo balanço de nitrogênio (CMEB_n) do RSC na matéria natural, para 11 a 21 dias de idade foram de 2151 kcal kg⁻¹, 1901 kcal kg⁻¹, 50,97% e 45,04%, respectivamente. Os valores determinados aos 31 a 41 dias de idade, para EMA, EMA_n, CMEB e CMEB_n foram de 1453 kcal kg⁻¹, 1225 kcal kg⁻¹, 34,45% e 29,03%, respectivamente.

Palavras-chave: avicultura, energia, metabolismo, resíduo.

DETERMINATION OF ENERGY VALUES AND CHEMICAL COMPOSITION OF DRY BREWERY RESIDUE

ABSTRACT

The aim of this work was to determine the energy values and the chemical composition of dry brewery residue (DBR) for broiler chickens. In trial I, 250 male broiler chicks have been used, from the Cobb 500 strain, from 11 to 21 days old distributed in a completely randomized experimental design, with four test diets and a reference ration (RR), five replicates and ten birds per experimental unit (EU). The DBR replaced in 10; 20; 30 and 40% RR, which was formulated based on corn and soybean meal. In trial II, 100 male Cobb 500 broilers have been used, from 31 to 41 days of age, distributed in a completely randomized design, with four test diets and one RR, four replicates per treatment and five birds per EU. The DBR replaced in 10; 20, 30 and 40% RR, which was formulated based on corn and soybean meal. The experimental period for both metabolism tests lasted ten days, with five days of adaptation and five days of collection of excreta, and collections were performed at 12 hours intervals. Subsequently, the excreta, feed and DBR samples were dried in forced-air oven at 55°C, and subjected to analyzes of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), gross energy (GE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), calcium, phosphorus, potassium, magnesium and sodium. The chemical composition for the DBR was 91.58% DM, 29.53% CP, 4257 kcal kg⁻¹ of GE, 4.96% EE, 65% NDF, 25.4% ADF, 0.57% calcium, 0.53% phosphorus, 0.14% potassium, 1.16% magnesium and 0.11% sodium, fed basis. For the period from 11 to 21 days of age, the average values of apparent metabolizable energy (AME), AME corrected by the nitrogen balance (AME_n), gross energy metabolizable energy coefficient (GEMEC) and gross energy metabolizable energy coefficient corrected by the nitrogen balance (GEMEC_n) of DBR in natural matter, were 2151 kcal kg⁻¹, 1901 kcal kg⁻¹, 50.97% and 45.04%, respectively. For the period from 31 to 41 days of age, the average values of AME, AME_n, CGEME and GEMEC_n were 1453 kcal kg⁻¹, 1225 kcal kg⁻¹, 34.45% and 29.03%, respectively.

Keywords: poultry, energy, metabolism, residue.

3.1 Introdução

As formulações de dietas para frangos de corte no Brasil são predominantemente a base de milho e farelo de soja, compondo cerca de 70 a 80% das rações (FERNANDES et al., 2017). No entanto, esses ingredientes podem sofrer grandes variações de preços durante o ano, devido a fatores climáticos e econômicos, o que têm trazido preocupações aos produtores, tornando necessário pesquisas com alimentos alternativos, nutricional e economicamente viáveis que possam substituir esses ingredientes (LOBO et al., 2013).

O aproveitamento de resíduos agroindustriais em dietas para animais pode contribuir com as questões ambientais ao reduzir o descarte desses produtos, os quais são muitas vezes depositados de maneira inadequada no meio ambiente. Além disso, seu uso como fonte alternativa na alimentação animal pode substituir ou complementar outros ingredientes de alto valor agregado, que são utilizados como fonte de alimento nas dietas humanas (NUNES et al., 2007).

O resíduo de cervejaria é oriundo do processo de produção de cervejas, após a trituração e solubilização dos grãos de malte, obtém-se um produto de alta umidade, que quando desidratado e moído apresenta em torno de 89,6% de matéria seca, sendo então denominado resíduo seco de cervejaria (RSC). A desidratação do resíduo de cervejaria é um processo importante, pois facilita sua aplicação na alimentação animal, aumentando o tempo de conservação, diminuindo o volume e facilitando o transporte e armazenamento (KLAGENBOECH et al., 2011).

O valor nutricional do resíduo de cervejaria pode variar de acordo com o processo de secagem em que foi submetido. A secagem em temperaturas inferiores a 60 °C é o método mais viável economicamente e não provoca mudanças na composição do resíduo. Entretanto, podem ocorrer alterações como aumento nos carboidratos fibrosos, redução do extrato etéreo e desnaturação de algumas proteínas se essa temperatura for excedida (MUSSATO et al., 2006).

Além do efeito da temperatura, a composição química e nutricional do RSC pode ser influenciada devido as diferentes regiões e condições de cultivo dos grãos de cevada, diferentes processamentos utilizados pelas fábricas (NUNES et al., 2015) e também se há a adição de adjuntos ao processo de produção de cervejas, que segundo Stewart (2006) usualmente são utilizados ingredientes como: trigo, milho, arroz, sorgo, aveia, batata, mandioca e centeio, com a finalidade principal de reduzir os custos de produção. Nesse contexto, para que se obtenha dietas nutricionalmente balanceadas, é de grande importância a realização da determinação

química e energética desses alimentos.

O conhecimento preciso da disponibilidade de energia dos alimentos é essencial para que se possa produzir aves de maneira eficiente, visto que o valor energético é o fator que tem maior influência nos custos para as formulações de frangos de corte (SANTOS et al., 2005). A realização de ensaios de metabolismo é muito importante para a avicultura, visto que a metabolização da energia não depende apenas da composição química do alimento, podendo variar conforme a espécie (SILVA et al., 2003, 2008), idade (FREITAS et al., 2005; SANTOS et al., 2006), sexo, categoria animal, fase de criação em que o animal se encontra (HOLANDA, 2011), além de variações individuais apresentadas pelos animais (MURAKAMI e FURLAN, 2002).

Diante disso, este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a composição nutricional, os valores energéticos e os coeficientes de digestibilidade de energia bruta, de diferentes níveis do resíduo seco de cervejaria nas dietas de frangos de corte.

3.2 Material e métodos

Foram realizados dois ensaios de metabolismo no Laboratório de Fisiologia e Metabolismo de Aves da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR. As aves foram manejadas com cuidado para evitar desconfortos desnecessários e todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo comitê de ética da UNIOESTE.

O resíduo de cervejaria, oriundo de indústria cervejeira localizada no município de Toledo – PR, foi adquirido na forma úmida. Para realização da secagem, o resíduo úmido foi distribuído sobre superfície de concreto com espessura de 2 cm. Esta espessura foi definida com o auxílio de quadros de 1 m², confeccionados em madeira com a altura da borda de 2 cm. O material ficou exposto ao sol durante três dias, conforme o período de incidência de radiação solar (9 h no primeiro dia, 11 h no segundo dia e 11 h no terceiro dia), sendo enleirado a cada duas horas de exposição ao sol e coberto no período da noite, para evitar deposição de orvalho segundo metodologia proposta por Schone et al. (2016). Após 32 h de exposição ao sol, foram coletadas amostras do material para posterior análise.

As análises químicas do resíduo seco de cervejaria (RSC) foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UNIOESTE, sendo determinados os valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA),

cálcio, fósforo, potássio, magnésio e sódio, de acordo com as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). O teor de energia bruta foi determinado em bomba calorimétrica adiabática IKA C2000.

No ensaio I foram utilizados 250 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb 500, de 11 a 21 dias de idade, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro rações testes e uma ração referência (RR), cinco repetições e dez aves por unidade experimental (UE). O RSC substituiu em 10; 20; 30 e 40% a ração referência (RR), a qual foi formulada segundo as exigências propostas por Rostagno et al. (2011) para a fase de 11 a 21 dias de idade (Tabela 1).

No ensaio II foram utilizados 100 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb 500, de 31 a 41 dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro rações testes e uma RR, quatro repetições por tratamento e cinco aves por UE. O RSC substituiu em 10; 20; 30 e 40% a RR, formulada segundo as exigências propostas por Rostagno et al. (2011) para a fase de 33 a 42 dias de idade (Tabela 1).

Em ambos os experimentos, até as aves atingirem as idades para serem transferidas para as gaiolas metabólicas (10 e 30 dias de idade, respectivamente), as aves foram criadas em galpão de alvenaria do Centro de Pesquisas em Avicultura da UNIOESTE, em piso de concreto revestido com cama de maravalha de pinus, recebendo ração inicial (1 a 21 dias de idade) e crescimento (22 a 30 dias de idade), formuladas a base de milho e farelo de soja. Posteriormente, as aves foram distribuídas de maneira uniforme (peso) para gaiolas de metabolismo. As gaiolas metabólicas foram equipadas com bebedouro tipo copo, comedouros tipo calha individual, e as bandejas para coleta de excretas revestidas com plástico. A temperatura da sala foi mantida dentro da zona de conforto térmico ideal indicada para cada fase, de acordo com o manual de linhagem.

Em ambos os ensaios de metabolismo, para determinação dos valores energéticos do RSC foi utilizado o método de coleta total de excretas com frangos de corte na fase de crescimento (SIBBALD e SLINGER, 1963). O período experimental teve a duração de dez dias, sendo cinco dias para a adaptação às gaiolas e dietas e cinco para a coleta total de excretas. As excretas foram coletadas em bandejas revestidas com plástico, em intervalos de 12 horas para evitar fermentação. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos e armazenado a -20 °C até o final do período de coleta.

Ao final de cada ensaio, foram determinados o consumo de ração e a quantidade total de excretas produzidas por UE. As excretas foram descongeladas, homogeneizadas e amostras

de aproximadamente 200 g, de cada UE, foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada, a 55 °C por 72 horas, para a determinação da amostra seca ao ar (ASA). Posteriormente as amostras foram moídas e submetidas às análises de MS, EB e nitrogênio (N).

Tabela 1- Composição química e energética da ração referência utilizada nos ensaios de metabolismo de 11 a 21 e 31 a 41 dias de idade

Ingredientes (%)	11 a 21 dias	31 a 41 dias
Milho	56,77	66,26
Farelo de soja (45%)	35,95	27,67
Óleo de soja	3,35	3,00
Fosfato monocalcico	1,360	0,949
Calcário	1,276	0,995
Sal mineral	0,483	0,444
Vitamínico ¹	0,100	0,100
Mineral ²	0,050	0,050
L-Lisina HCL (78%)	0,240	0,224
DL-Metionina (99%)	0,312	0,237
L-Treonina (99%)	0,081	0,047
Anticoccidiano ³	0,050	0,050
Adsorvente ⁴	0,160	0,160
Enradin ⁵	0,006	0,006
Antioxidante ⁶	0,020	0,020
Composição calculada (%)		
Energia Metabolizável (kcal kg ⁻¹)	3052	3150
Proteína bruta	21,20	18,12
Cálcio	0,841	0,638
Fósforo disponível	0,401	0,298
Lisina digestível	1,217	1,010
Met + Cis digestível	0,876	0,737
Treonina digestível	0,791	0,656
Triptofano digestível	0,237	0,194
Cloro	0,340	0,318
Sódio	0,210	0,195
Potássio	0,822	0,698

¹Premix vitamínico para aves (Lote BR0119Y025), Níveis de Garantia por Quilograma produto: Vit. A (min) 9000000 UI; Vit. D₃ (min) 2500000 UI; Vit. E (min) 20000 UI; Vit. K₃ (min) 2500 mg; Vit. B₁ (min) 1500 mg; Vit. B₂ (min) 6000 mg; Vit. B₆ (min) 3000 mg; Vit. B₁₂ (min) 12000,000 mg; Ácido Pantotênico (min) 12 g; Niacina (min) 25g; Ácido fólico (min) 800 mg; Selênio (min) 250 mg.

²Premix mineral para aves (Lote BR0112B375), Níveis de Garantia por Quilograma do Produto: Cobre (min) 20g; Ferro (min) 100g; Manganês (min) 200 mg; Zinco (min) 100g.

³Avilamicina (2%); ⁴Alumínio silicato, ⁵Enramicina (8%), ⁶BHT.

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA_N) foram calculados utilizando as equações propostas por Matterson et al. (1965). Após a determinação dos valores energéticos foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta para o RSC.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) no programa estatístico SAS[®] University Edition (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA, 2011), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os graus de liberdade referentes aos níveis de inclusão do RSC foram desdobrados em polinômios ortogonais, para obtenção das equações de regressão.

3.3 Resultados e discussão

Os teores de MS, PB, EB, EE, FDN e FDA encontrados para o RSC (91,58%; 29,53%; 4257 kcal kg⁻¹; 4,96%; 65% e 25,4%, respectivamente), foram superiores aos encontrados por Rostagno et al. (2017) para o milho (88,9%; 7,86%; 3901 kcal kg⁻¹; 3,81%; 13,8%; e 3,16%, respectivamente) (Tabela 2), demonstrando que o RSC possui boa capacidade nutricional para ser empregado na alimentação animal. Porém, deve-se levar em consideração o alto teor de fibras presentes no RSC, podendo limitar sua utilização, visto que o excesso de fibras nas dietas pode acarretar em transtornos metabólicos e reduzir o aproveitamento dos nutrientes das dietas (FASUYI et al., 2019)

Tabela 2- Caracterização nutricional do resíduo seco de cervejaria utilizado nas dietas experimentais para frangos de corte, na matéria natural

Composição (%)	Resíduo seco de cervejaria
Matéria Seca	91,58
Proteína Bruta	29,53
Energia Bruta (kcal kg ⁻¹)	4257
Extrato Etéreo	4,96
Fibra em Detergente Neutro	65,0
Fibra em Detergente Ácido	25,4
Hemicelulose	39,6
Matéria mineral	4,46
Fósforo	0,53
Cálcio	0,57
Potássio	0,14
Magnésio	1,16
Sódio	0,11

A composição química e o valor nutricional do RSC apresenta grandes variações na literatura. Isso pode ser explicado devido a diversos fatores, como por exemplo diferentes tipos de solos e época de plantio, característica do cultivar, tipo de cerveja produzida e processamentos utilizados pelas fábricas de cerveja (VESLASCO et al., 2009).

O elevado teor de matéria seca (91,58%) apresentado pelo resíduo é consequência do processo de desidratação em que o mesmo foi submetido, esse processo é muito importante, visto que com a perda de umidade, aumenta-se o tempo de conservação, além de diminuir o volume do material e facilitar o transporte e armazenamento (KLAGENBOECH et al., 2011).

O RSC demonstrou uma alta concentração de FDN, o que pode ser prejudicial para o desenvolvimento das aves, pois altos níveis de fibra nas dietas promovem alterações morfológicas e fisiológicas no intestino, desregulando a função hormonal e a taxa de trânsito, decorrentes da variação na taxa de absorção de nutrientes (FASUYI et al., 2019).

Na fase inicial (11 a 21 dias de idade) os níveis de RSC afetaram de forma linear crescente ($P < 0,01$) os valores de EMA e EMA_n e os coeficientes de metabolizabilidade de energia bruta (Tabela 3).

Tabela 3- Valores energéticos e coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta do resíduo seco de cervejaria (RSC) para a fase de 11 a 21 dias de idade de frangos de corte

	Níveis de Inclusão do RSC (%)					P valor		
	10	20	30	40	Média	EPM	L	Q
EMA, kcal kg ⁻¹	1688	1884	2474	2557	2151	97,58	<0,01	0,16
EMA _n , kcal kg ⁻¹	1444	1653	2170	2335	1901	95,50	<0,01	0,57
CMAEB (%)	40,00	44,65	58,62	60,59	50,97	2,31	<0,01	0,16
CMAEB _n (%)	34,23	39,18	51,42	55,33	45,04	2,26	<0,01	0,57
Equações de regressão								
EMA = 1351,82 + 31,9716X; R ² = 0,92								
EMA _n = 1103,85 + 31,8887X; R ² = 0,96								
CMAEB = 32,0287 + 0,7575X; R ² = 0,92								
CMAEB _n = 26,1535 + 0,755539X; R ² = 0,96								

EPM: erro padrão da média; EMA: energia metabolizável aparente; EMA_n: energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio; CMAEB: coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta; CMAEB_n: coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta corrigido para balanço de nitrogênio

O valor de EMA foi em média 13,15% maior que o de EMA_n com valores médios de 2151 e 1901 kcal kg⁻¹ respectivamente, demonstrando que houve balanço positivo de nitrogênio. De acordo com Wolynetz e Sibbald (1984), os valores de EMA são superiores aos de EMA_n quando os animais são submetidos à condições de alimentação *ad libitum* e a retenção de nitrogênio é positiva. Segundo Nery et al. (2007) esses valores são normais, pois para que

haja um eficiente crescimento do tecido muscular, as aves em fase de crescimento necessitam de um aporte maior de nitrogênio, acarretando em menor catabolismo dos produtos das excreções nitrogenadas e consequentemente redução da excreção de energia.

Um dos fatores que podem ter contribuído para o aumento dos níveis de energia é a presença do amido na cevada, que constitui aproximadamente 60% do grão (FOX, 2010). Devido aos processos térmicos durante a fabricação de cerveja, há a gelatinização desse carboidrato, o que aumenta sua digestibilidade e o poder de ação das enzimas digestivas, podendo fornecer 40 a 70% da energia do alimento aos animais não ruminantes (SAKOMURA et al., 2014).

Além disso, o teor de aproximadamente 40% de hemicelulose presente no RSC, por ser considerada uma porção fibrosa de alta degradabilidade durante a passagem pelo trato gastro intestinal das aves, o que pode ter contribuído com os aumentos de energia (PIRES FILHO, 2017).

Em contrapartida, os valores obtidos no presente estudo diferem dos encontrados na literatura (CLEMENTE et al., 2016; SCOTTA et al., 2016; RUFINO et al., 2017), os quais evidenciam que os níveis e coeficientes de metabolizabilidade de energia reduzem de acordo com o aumento dos níveis de inclusão de ingredientes fibrosos nas dietas. Isto se deve ao aumento da velocidade de passagem do alimento pelo trato gastro intestinal, promovendo menor ação das enzimas digestivas, acarretando em menor aproveitamento dos nutrientes pela ave e consequentemente menores valores de energia metabolizável.

Os níveis de inclusão do RSC não afetaram os valores de EMA e EMAn e os coeficientes de metabolizabilidade de energia bruta para a fase de terminação (31 a 41 dias) (Tabela 4).

Tabela 4. Valores energéticos e coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta do resíduo seco de cervejaria (RSC) para a fase de 31 a 41 dias de idade de frangos de corte

	Níveis de Inclusão do RSC (%)					P valor		
	10	20	30	40	Média	EPM	L	Q
EMA, kcal kg ⁻¹	1537	1442	1417	1418	1453	23,12	0,07	0,28
EMAn, kcal kg ⁻¹	1285	1226	1186	1202	1225	20,69	0,13	0,38
CMAEB (%)	36,43	34,17	33,59	33,60	34,45	0,55	0,07	0,28
CMAEBn (%)	30,46	29,07	28,12	28,48	29,03	0,49	0,13	0,38

EPM: erro padrão da média; EMA: energia metabolizável aparente; EMAn: energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio; CMAEB: coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta; CMAEBn: coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta corrigido para balanço de nitrogênio

As médias para os valores de EMA, EMAn, CMAEB e CMAEBn para a fase de

terminação, de maneira geral, foram menores do que os determinados para as aves na fase de crescimento (2151 kcal kg⁻¹; 1901 kcal kg⁻¹; 50,97%; 45,04%), respectivamente. Segundo Brumano et al. (2006), a maior atividade enzimática e digestibilidade das aves em idades mais avançadas acarreta em melhor aproveitamento de energia quando comparadas com aquelas na fase inicial, o que não foi evidenciado no presente estudo, sendo os maiores valores energéticos encontrados nas aves na fase inicial de criação. Esse comportamento é atípico em frangos de corte, evidenciando que a presença da fibra no resíduo afetou de forma negativa o aproveitamento de energia pelas aves na fase de terminação.

3.4 Conclusão

A composição bromatológica para o RSC foi de 91,58% de MS, 29,53% de PB, 4,527 kcal kg⁻¹ de EB, 65% de FDN, 25,4% de FDA, 4,46% de MM na matéria natural. Os valores médios de EMA, EMA_n, CMAEB e CMAEB_n para o RSC na fase de 11 a 21 dias de idade, foram de 2151 kcal kg⁻¹, 1901 kcal kg⁻¹, 50,97% e 45,04%, na matéria natural, respectivamente.

Para a fase de 31 a 41 dias de idade os valores médios de EMA, EMA_n, CMAEB e CMAEB_n para o RSC foram de 1453 kcal kg⁻¹, 1225 kcal kg⁻¹, 34,45% e 29,03%, na matéria natural, respectivamente.

3.5 Referências bibliográficas

- BRUMANO, G.; GOMES, C.P.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GENEROSO, R.A.R.; SCHMIDT, M. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.
- CLEMENTE, A. H. S.; **Níveis de fibra dietética e energia metabolizável em rações para frangos de corte**. Dissertação. 2016. Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.
- FASUYI, A.O.; ATURAMU, O.A.; LAWA, A.S.; Part II: Economic Analyses and the Growth Performance of Broiler Finisher (29-58day) Birds on High Fibre-low Protein Industrial Plant By-products. **Asian Journal of Advances Research**, v.6, n.3, p.1-10, 2019.
- FERNANDES, R.T.V.; ARRUDA, A.M.V.; ARAÚJO, M. S.; SILVA MELO, A.; MARINHO, J.B.M. Digestibilidade, proteína digestível e energia metabolizável do grão e farelo de girassol para galos de crescimento lento. **pubvet**, v.11, n.5, p.482-488, 2017.
- FOX, G.P. Chemical composition in barley grains and malt quality. In: ZHANG, G.; LI, C. Genetics and Improvement of Barley Malt Quality. **Springer Berlin Heidelberg**, p.63-98, 2010.
- 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.1948-1949, 2005.
- HOLANDA, M.A.C. **Utilização do farelo de algodão e do farelo integral de mandioca em dietas de frangos caipiras**. 2011. Tese. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife-PE.
- KLAGENBOECH, R.; THOMAZINI, M.H.; SILVA, G.M.C. Resíduo úmido de cervejaria: uma atlernativa na alimentação animal. In: encontro de divulgação científica e tecnológica, Toledo, **Anais...** Toledo: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.
- LOBO, A.A.G.; FURTADO, S.D.C.; ROCHA, A.C.F.; BIGARDI, L.F.; BEVILACQUA, P.D.; CARDOSO, I.M. Composição de alimentos alternativos utilizados na alimentação de bovinos em cenários agroecológicos. **Trabalho apresentado no VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia**, 2013.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUITZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs Connecticut University of Connecticut. **Agricultural Experiment Station, Research Report**, v.7, n.1, p.11-14, 1965.
- MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisa na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: Simpósio Internacional de Coturnicultura, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, p.113-120, 2002.
- MUSSATO, S.I.; FERNANDES, M.; MANCILHA, I.M.; ROBERTO, I.C.; Effects of medium supplementation and pH control on lactic acid production from brewer's spent grain. **Biochemical Engineering Journal**, n.40, p.437-444, 2006.

- NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1354-1358, 2007.
- NUNES, H.; ZANINE, A.M.; MACHADO, T.M.M.; CARVALHO, F.C. Alimentos alternativos na dieta dos ovinos. **Asociación Latino americana de Producción Animal**. v.15, n.4, p.141-151, 2007.
- NUNES, R. V.; BROCH, J.; POLESE, C., et al. Avaliação nutricional e energética da soja integral desativada para aves. **Revista Caatinga**, v.28, n.2, p.143-151, 2015.
- PIRES FILHO, I.C **Resíduo Seco de Cervejaria na alimentação de frangos de corte de crescimento lento**. 2017. Dissertação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon- PR.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. p. 252.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, F.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. 4ª edição, Viçosa, MG: UFV, 2017, p.252.
- RUFINO, J.P.F.; CRUZ, F.G.G.; TANAKA, E.S.M.; DUQUE, R.; FEIJÓ, J.C. Análise econômica da inclusão de farinha do resíduo de buriti na alimentação de poedeiras comerciais. **Revista Ciência Agronômica**. v.48, n.4, p.732-738. 2017.
- SAS INSTITUTE INC. 2014. SAS University Edition: installation guide for Windows. SAS Institute, Cary, North Carolina.
- SAKOMURA, N.K.; SILVA, H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J. B.K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014.
- SANTOS, A.L.S.; GOMES, A.V.C.; PESSÔA, M.F.; MOSTAFÁ, S.; ARAÚJO, A.H.B.; VIEIRA, A.A. Composição química e valores energéticos de fontes proteicas em codornas de corte em diferentes idades. **Ciência Rural**, v.36, p.930-935, 2006.
- SANTOS, Z.A.S.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T. et al. Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na Universidade Federal de Lavras. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.232-237, 2005.
- SCHONE, R.A.; ZAMBOM, M.; NUNES, R. V.; FERNANDES, T.; FRANK, R.; BRUXEL, T.O.; CASTAGNAR, D. Secagem de Resíduo de Cervejaria em Camadas de Diferentes Espessuras. **Scientia Agraria Paranaensis**. 15. 127-131. 2016.
- SCOTTA, 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.
- SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed

ingredientes together with findings wich deminstrate some of the problemas associated with de evaluation of fats. **Poultry Science**, v.59, 9.1275-1279, 1963.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Imp. Univ, 235p, 2002.

SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; SILVA, E.L.; FILHO, J.J.; RIBEIRO, M.L.G.; COSTA, F.G.P.; DUTRA JÚNIOR, W.M. Energia metabolizável de alimentos determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1912-1918, 2003.

SILVA, R.B.; FREITAS, E.R.; FUENTES, M.F.F. Composição química e valores de energia metabolizável de subprodutos agroindustriais determinados com diferentes aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n.6, p.269-275, 2008.

STEWART, G.G. Adjunct. In: PRIEST, F.G.; STEWART, G.G. **Handbook of Brewing**. 2nd ed. Boca Raton: Taylor & Francis, Cap6, p.161-175, 2006.

VELASCO, F.O.; GONÇALVES, L.C.; TEIXEIRA, A.M. et al. Resíduo de cervejaria para gado leiteiro. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. (Ed.) Alimentos para Gado de Leite. **FEPMVZ**, p.139-150. 2009.

WOLYNETZ, M. N.; SIBBALD, I. R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poultry Science**, v.63, n.7, p.1386-1399, 1984.

4. DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RESÍDUO SECO DE CERVEJARIA

RESUMO

O objetivo com este estudo foi avaliar a inclusão do resíduo seco de cervejaria (RSC) sobre o desempenho, rendimento de carcaça, cortes, fígado e gordura abdominal, parâmetros sanguíneos e qualidade de carne de frangos de corte. Foram utilizados 840 pintos de corte machos da linhagem Cobb 500 de um dia de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto por seis níveis de inclusão de RSC (0; 2; 4; 6; 8; e 10%) e sete repetições de 20 aves por UE (unidade experimental). As aves foram pesadas aos um, 21 e 42 dias de idade, para a avaliação do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA). Aos 21 e 42 dias de idade uma ave por UE foi selecionada ao acaso e submetida a jejum por 6 horas, para posterior colheita de sangue via punção da veia ulnar. Aos 42 dias de idade, duas aves por UE foram abatidas para a determinação do rendimento de carcaça, cortes, fígado, porcentagem de gordura abdominal e qualidade de carne. No período de 1 a 21 dias de idade, houve efeito linear crescente ($P<0,05$) para as variáveis GP e CR. Houve efeito linear crescente ($P<0,05$) para o CR no período de 1 a 42 dias. Aos 21 dias de idade, o RSC apresentou efeito linear decrescente ($P<0,05$) para o colesterol (COL) e quadrático ($P<0,05$) para ácido úrico (AU), aspartato aminotransferase (AST) e albumina (ALB), em que os níveis de máxima resposta foram obtidos com a inclusão de 7,57%; 6,98%; e 6,30%. Para o período de 42 dias de idade houve efeito quadrático ($P<0,05$) para AU e CRE em que os níveis determinados para mínima resposta foram 4,88% e 3,66%, respectivamente. Não houve efeito significativo ($P>0,05$) sobre o rendimento de carcaça, cortes e fígado. Houve efeito linear crescente ($P<0,05$) para a taxa de deposição de proteína aos 21 dias de idade. O RSC pode ser utilizado nas dietas de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade até o nível avaliado de 10%, sem afetar o desempenho ou rendimento de carcaça e cortes na idade de abate, bem como a qualidade da carne.

Palavras-chave: desempenho, frangos de corte, nutrição, resíduo.

PERFORMANCE OF BROILERS CHICKENS FED WITH DRY BREWERY RESIDUE

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the inclusion of dry brewery residue (DBR) and its effects on performance, carcass yield, cuts, liver and abdominal fat, blood tests and meat quality of broiler chickens. A total of 840 day-old Cobb 500 broiler chicks were used, distributed in a completely randomized design, composed of six inclusion levels of DBR (0; 2; 4; 6; 8; and 10%) and seven repetitions of 20 birds per experimental unit (EU). The birds were weighed at day one, 21 and 42 days of age, for evaluation of feed intake (FI), weight gain (WG) and feed conversion ratio (FCR). At 21 and 42 days of age, one bird per EU was randomly selected and fasted for 6 hours, for subsequent blood collection via puncture of the ulnar vein. At 42 days of age two birds per EU were slaughtered to determine the carcass yield, cuts, liver, percentage of abdominal fat and meat quality. In the period from 1 to 21 days of age, there was an increasing linear effect ($P < 0.05$) for the variables WG and FI. There was an increasing linear effect ($P < 0.05$) for FI in the period from 1 to 42 days. From 21 days of age, the DBR showed a linear decreasing effect ($P < 0.05$) for cholesterol (CHO) and quadratic ($P < 0.05$) for uric acid (UA), aspartate aminotransferase (AST) and albumin (ALB), in which the maximum response levels picked with inclusion of 7.57%; 6.98%; and 6.30%, respectively. From 22 to 42 days, there were quadratic effects ($P < 0.05$) for UA and CRE, with minimum levels for minimum responses of 4.88% and 3.66%, respectively. There was no significant effect ($P > 0.05$) on the carcass, cuts and liver yield. There was an increasing linear effect ($P < 0.05$) for the protein deposition rate at 21 days of age. DBR can be used in broiler diets from 1 to 21 days of age up to the assessed level of 10%, without affecting the performance or yield of carcasses and cuts in the age of slaughter, as well as meat quality.

Keywords: performance, broilers, nutrition, residue.

4.1 Introdução

A utilização de alimentos alternativos na formulação de dietas para aves possibilita a redução dos custos de alimentação, componente este que é o de maior expressão na produção animal. Os alimentos alternativos tradicionalmente não compõem as dietas comerciais e na maioria das vezes consistem em uma classe de alimentos considerados resíduos agroindustriais, porém, devido ao seu potencial nutritivo podem ser adicionados às dietas (ARAÚJO, 2007).

Devido a crescente e abundante produção de cervejas e a considerável geração de resíduos durante o processo de fabricação, o resíduo de cervejaria vem se destacando dentre os resíduos agroindustriais com potencial para utilização nas formulações de rações (ALBUQUERQUE, 2011).

No Brasil, o resíduo de cervejaria se encontra predominantemente na forma úmida e existem trabalhos que demonstram sua utilização na alimentação de bovinos de corte (GIORDANI JUNIOR et al., 2014), bovinos leiteiros (FACCENDA et al., 2017), ovinos (PEREIRA et al., 2019) e suínos (VIEIRA et al., 2016), porém para sua melhor aplicação na alimentação de aves necessita ser submetido ao processo de secagem.

Segundo Stefanello et al. (2014), o resíduo seco de cervejaria possui em sua composição química altos níveis de fibras dietéticas, proteína, aminoácidos essenciais, minerais, polifenóis e lipídeos, apresentando características interessantes para a utilização na alimentação de aves.

De acordo com os resultados obtidos por Parpinelli et al. (2018), o resíduo de cervejaria, na forma desidratada apresenta em sua composição 91,58% de matéria seca, 29,53% de proteína bruta, 4527 kcal kg⁻¹ de energia bruta, 65% de fibra em detergente neutro e 25,4% de fibra em detergente ácido, na matéria natural.

A utilização desse resíduo como alimento alternativo, além de colaborar com as questões ambientais ao reduzir o seu descarte no meio ambiente, também possibilita a formulação de dietas economicamente mais baratas, sem afetar a eficiência de produção (BROCHIER e CARVALHO, 2008).

Mediante isso, o objetivo com o presente estudo foi avaliar o resíduo seco de cervejaria, como uma fonte alimentar na dieta de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, mensurando assim os possíveis efeitos de sua inclusão sobre a produção animal.

4.2 Material e métodos

Esse trabalho foi realizado no Centro de Pesquisas em Avicultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *campus* de Marechal Cândido Rondon – PR. As aves foram manejadas com cuidado para evitar desconfortos desnecessários e todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade.

O aviário experimental utilizado possui 20 metros de comprimento e 8 metros de largura e é dividido em boxes de 1,76 m². Cada box (unidade experimental – UE) era provido de comedouro tubular, bebedouro tipo *nipple*, fonte para aquecimento (resistências 250 watts) e piso de concreto, o qual foi revestido com maravalha de pinus de primeiro uso.

O resíduo de cervejaria foi obtido na forma úmida de uma indústria cervejeira localizada no município de Toledo – PR. O material ficou exposto ao sol durante três dias, conforme o período de incidência de radiação solar (9 h no primeiro dia e 11 h no segundo e terceiro dia), sendo enleirado a cada duas horas de exposição ao sol e coberto no período da noite, para evitar deposição de orvalho, de acordo com metodologia proposta por Schone et al. (2016).

Os valores nutricionais do resíduo seco de cervejaria (RSC) utilizados se basearam na composição avaliado pelo NIRS (91,6% de matéria seca, 29,5% de proteína bruta, 4527 kcal kg⁻¹ de energia bruta, 4,96% de extrato etéreo, 65% de fibra em detergente neutro, 25,4% de fibra em detergente ácido e 4,46% de matéria mineral, expressos na matéria natural). O valor de energia metabolizável (2.400 kcal kg⁻¹) obtido em ensaio metabólico para as fases de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade das aves.

Foram utilizados 840 pintos de corte machos da linhagem Cobb 500 de um dia de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto por seis níveis de inclusão do RSC (0; 2; 4; 6; 8; e 10%) e sete repetições de 20 aves por UE. As aves receberam ração e água *ad libitum* e o programa de luz utilizado foi de acordo com o manual da linhagem.

As dietas experimentais foram fornecidas na forma farelada (isoprotéicas e isocalóricas) e formuladas à base de milho e farelo de soja, de acordo com a composição química e energética dos alimentos e exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2017), para as fases inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 42 dias), para frangos de corte de desempenho médio (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1- Composição percentual e calculada das dietas experimentais de 1 a 21 dias de frangos de corte alimentados com dietas contendo RSC

Ingredientes (%)	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Milho	59,55	57,42	55,28	53,15	51,02	48,88
Farelo de soja (45%)	34,33	33,84	33,36	32,87	32,38	31,90
RSC	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00
Óleo de soja	1,635	2,259	2,884	3,508	4,133	4,757
Fosfato bicálcico	1,690	1,681	1,672	1,663	1,655	1,646
Calcário calcítico	0,972	0,972	0,972	0,972	0,971	0,971
Sal mineral	0,443	0,444	0,446	0,448	0,450	0,451
Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
L-Lisina HCl (78%)	0,525	0,529	0,534	0,538	0,542	0,547
DL-Metionina (99%)	0,339	0,337	0,335	0,332	0,330	0,328
L-Treonina (99%)	0,136	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135
Anticoccidiano ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Adsorvente ⁴	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Enradin ⁵	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Antioxidante ⁶	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Composição calculada (%)						
Energia Metabol. (kcal kg ⁻¹)	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Proteína bruta	21,30	21,30	21,30	21,30	21,30	21,30
Cálcio	0,881	0,881	0,881	0,881	0,881	0,881
Fósforo disponível	0,436	0,436	0,436	0,436	0,436	0,436
Arginina digestível	1,303	1,302	1,300	1,298	1,297	1,295
Lisina digestível	1,270	1,270	1,270	1,270	1,270	1,270
Met + Cis digestível	0,915	0,915	0,915	0,915	0,915	0,915
Treonina digestível	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826
Triptofano digestível	0,230	0,231	0,233	0,234	0,236	0,237
Valina digestível	0,883	0,886	0,889	0,892	0,895	0,898
Cloro	0,311	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310
Sódio	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Potássio	0,807	0,792	0,776	0,761	0,746	0,731

¹Premix vitamínico para aves (Lote BR0119Y025), Níveis de Garantia por Quilograma produto: Vit. A (min) 9000000 UI; Vit. D₃ (min) 2500000 UI; Vit. E (min) 20000 UI; Vit. K₃ (min) 2500 mg; Vit. B₁ (min) 1500 mg; Vit. B₂ (min) 6000 mg; Vit. B₆ (min) 3000; mg; Vit. B₁₂ (min) 12000,000 mg; Ácido Pantotênico (min) 12 g; Niacina (min) 25g; Ácido fólico (min) 800 mg; Selênio (min) 250 mg.

²Premix mineral para aves (Lote BR0112B375), Níveis de Garantia por Quilograma do Produto: Cobre (min) 20g; Ferro (min) 100g; Manganês (min) 200 mg; Zinco (min) 100g.

³Avilamicina (2%); ⁴Alumínio silicato, ⁵Enramicina (8%), ⁶BHT.

Tabela 2- Composição percentual e calculada das dietas experimentais de 22 a 42 dias de frangos de corte alimentados com dietas contendo RSC

Ingredientes (%)	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Milho	62,67	60,56	58,42	56,28	54,15	52,21
Farelo de soja (45%)	31,01	30,52	30,03	29,55	29,06	28,39
RSC	0,000	2,000	4,000	6,000	8,000	10,00
Óleo de soja	2,519	3,144	3,768	4,393	5,017	5,600
Fosfato bicálcico	1,273	1,264	1,255	1,246	1,237	1,230
Calcário calcítico	0,935	0,935	0,935	0,935	0,935	0,935
Sal mineral	0,443	0,441	0,445	0,447	0,449	0,451
Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
L-Lisina-HCl (78%)	0,407	0,411	0,415	0,420	0,424	0,455
DL-Metionina (99%)	0,276	0,274	0,272	0,269	0,267	0,266
L-Treonina (99%)	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083
Anticoccidiano ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Adsorvente ⁴	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Enradin ⁵	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Antioxidante ⁶	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Composição calculada (%)						
Energia Met. (kcal kg ⁻¹)	3100	3100	3100	3100	3100	3100
Proteína bruta	19,90	19,90	19,90	19,90	19,90	19,90
Cálcio	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758
Fósforo disponível	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354
Arginina digestível	1,210	1,210	1,206	1,204	1,203	1,196
Lisina digestível	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131
Met + Cis digestível	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826
Treonina digestível	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735
Triptofano digestível	0,212	0,214	0,215	0,217	0,218	0,218
Isoleucina digestível	0,760	0,760	0,760	0,760	0,760	0,756
Valina digestível	0,829	0,832	0,835	0,838	0,841	0,841
Cloro	0,310	0,308	0,309	0,309	0,309	0,309
Sódio	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Potássio	0,756	0,740	0,725	0,710	0,694	0,676

¹Premix vitamínico para aves (Lote BR0119Y025), Níveis de Garantia por Quilograma produto: Vit. A (min) 9000000 UI; Vit. D₃ (min) 2500000 UI; Vit. E (min) 20000 UI; Vit. K₃ (min) 2500 mg; Vit. B₁ (min) 1500 mg; Vit. B₂ (min) 6000 mg; Vit. B₆ (min) 3000; mg; Vit. B₁₂ (min) 12000,000 mg; Ácido Pantotênico (min) 12 g; Niacina (min) 25g; Ácido fólico (min) 800 mg; Selênio (min) 250 mg.

²Premix mineral para aves (Lote BR0112B375), Níveis de Garantia por Quilograma do Produto: Cobre (min) 20g; Ferro (min) 100g; Manganês (min) 200 mg; Zinco (min) 100g.

³Avilamicina (2%); ⁴Alumínio silicato, ⁵Enramicina (8%), ⁶BHT.

O peso e o consumo de ração foram registrados aos 21 e 42 dias de idade, para avaliação do ganho de peso (GP), consumo médio de ração (CMR) e conversão alimentar (CA). A mortalidade foi observada diariamente e as rações foram pesadas para a realização das correções no consumo de ração e conversão alimentar, segundo Sakomura e Rostagno (2007).

Para avaliação dos parâmetros sanguíneos, aos 21 e 42 dias de idade, uma ave por UE foi selecionada ao acaso e submetida a jejum por 6 horas, para posterior colheita de sangue via punção da veia ulnar, utilizando sistema a vácuo com tubos sem anticoagulante. Após este procedimento, as amostras foram deixadas em descanso por 15 minutos e centrifugadas a 1050 g por 10 minutos (NUNES et al., 2018). Posteriormente foram congeladas para a realização das análises de colesterol (COL), triglicerídeos (TAG), ácido úrico (AU), creatinina (CR), aspartato aminotransferase (AST), albumina (ALB) e proteínas totais (PT). As leituras foram realizadas com a utilização de “kits” comerciais, Elitech, utilizando espectrofotômetro, com calibração automática e leitura de alta performance.

Aos 42 dias de idade, duas aves por UE foram individualmente pesadas e eutanasiadas conforme a Instrução Normativa nº 37 de 15 de fevereiro de 2018 do CONCEA, que estabelece as diretrizes de prática da eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal.

As aves foram submetidas a 6 horas de jejum, tendo acesso apenas a água para o esvaziamento do trato gastrointestinal. Após o processo de jejum, estas foram atordoadas utilizando eletronarcole e exanguinadas por corte da veia jugular. Em seguida, as carcaças foram escaldadas a 60 °C por 30 segundos e as penas foram mecanicamente removidas com auxílio de equipamento comercial. Após a remoção das penas, vísceras, gordura abdominal, pés e pescoço, os pesos da carcaça e órgãos eviscerados foram mensurados e, em seguida, a carcaça foi resfriada em uma mistura estática de gelo e água por uma hora e posteriormente drenada por 10 minutos.

Os rendimentos de carcaça, cortes (peito, asa, coxa, sobrecoxa) e os valores do peso relativo do fígado e o percentual de gordura abdominal (coletada ao redor da moela, abdômen e bursa de fabricius) foram então determinados.

Para avaliação da qualidade da carne, foram utilizadas as amostras do peito (*Pectoralis major*) direito e esquerdo. Foram realizadas análises de perda de peso por cocção (PC), força de cisalhamento (FC) e perda por gotejamento (PG). Para determinação da PC, os filés do peito esquerdo foram pesados, embalados em papel laminado e cozidos em chapa elétrica de modelo comercial com aquecimento até 180°C, até atingirem a temperatura interna de 80°C. A seguir, as amostras foram mantidas em repouso até estabilizarem a temperatura ambiente. Novamente, as amostras foram pesadas, obtendo-se assim o peso após o cozimento (HONIKEL, 1998).

Para a verificação da força de cisalhamento, utilizou-se a porção de peito proveniente da análise de perda por cocção. Para isso, foram retiradas três amostras de cada peça, cada

amostra compostas por quatro retângulos na forma de paralelepípedos com aproximadamente 1,0 x 1,0 x 4,0 cm (comprimento x espessura x largura), sendo estes avaliados em um texturômetro Brookfield CT3 Texture Analyser, acoplado com a probe TA 3/100, fixture TA-SBA, calibrado com força 0,01 kg, deformação de 20 mm, velocidade de teste de $2,5 \text{ mms}^{-1}$, que mediu a força necessária para cortar as amostras individualmente.

A porção direita do músculo peitoral (*Pectoralis major*) foi utilizada para determinação da PG. Para tanto foram cortadas duas amostras de cada peça, as quais foram pesadas em balança analítica, determinando-se assim o peso inicial da amostra. Após determinados os pesos de entrada das amostras no processo as mesmas foram envolvidas em papel filtro e acondicionadas em uma centrífuga, onde permaneceram por 4 minutos a 2000rpm, sendo em seguida direcionadas a uma estufa para determinação do peso final. Por meio da diferença encontrada entre os valores determinou-se a perda de água da amostra.

Aos 42 dias, para a avaliação da composição química corporal, taxa de deposição de proteína e gordura, foram abatidas duas aves ($\pm 10\%$ peso vivo) por UE. As carcaças foram previamente moídas em moinho de carne e retiradas para a realização da pré-secagem e pré-desengorduramento. Posteriormente, procedeu-se a moagem em moinho tipo bola, para as análise de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo, segundo as metodologias da (AOAC, 2016). Para a determinação da taxa de deposição de proteína e gordura foi utilizada a metodologia descrita por Fraga et al. (2008), utilizando-se um grupo adicional de 10 pintos de corte, abatidos no primeiro dia de idade, os quais foram utilizados para a realização da comparação das aves do início do experimento com o final do experimento.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade e normalidade. Foram retirados os outliers e realizada a ANOVA com posterior estimativa dos melhores níveis de inclusão de RSC estabelecidos utilizando modelos de regressão polinomial. Todos os procedimentos foram realizados a 5% de probabilidade utilizando o software Sistema de Análises Estatísticas – SAS (University Edition).

4.3 Resultados e discussão

A inclusão dos níveis de RSC nas dietas apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) sobre o GP no período de 1 a 21 dias de idade. Para o período de 1 a 42 dias, houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) para a variável CR (Tabela 3).

Tabela 3 - Desempenho de frangos de corte, alimentados com diferentes inclusões de RSC, no período de 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade

1 a 21 dias				1 a 42 dias		
RSC (%)	CR (g)	GP (g)	CA	CR (g)	GP (g)	CA
0	1120	683	1,549	4369	2587	1,660
2	1192	730	1,534	4454	2614	1,659
4	1169	731	1,506	4486	2661	1,657
6	1166	703	1,556	4491	2623	1,681
8	1184	713	1,560	4515	2667	1,663
10	1163	737	1,486	4542	2693	1,657
ANOVA						
P	0,065	0,001 ^L	0,080	0,044 ^L	0,207	0,600
CV (%)	3,75	3,02	3,51	2,21	3,19	1,73
EPM	43,70	21,68	0,05	99,10	84,24	0,03
Equações de Regressão						
GP 1 a 21 = 701,0281 + 2,75260				$R^2 = 0,24$		
CR1 a 42 = 4415,37354 + 13,24330				$R^2 = 0,87$		

GP: ganho de peso; CR: consumo de ração; CA: conversão alimentar; L: linear; EPM: erro padrão da média.

O efeito da inclusão de RSC sobre o GP pode ser explicado devido aos benefícios que as fibras podem proporcionar ao trato gastrointestinal. Alguns estudos demonstram que a inclusão de concentrações moderadas de fibras podem estimular a produção de HCl e enzimas digestivas, beneficiando a fisiologia digestiva e consequentemente trazendo benefícios ao desenvolvimento dos animais (GONZÁLEZ-ALVARADO et al., 2010; JIMENEZ-MORENO et al., 2011; SACRANIE et al., 2012).

Em contrapartida, os resultados obtidos no presente estudo diferem dos encontrados por Aderolu et al. (2007) e Denstadli et al. (2010), que ao utilizarem diferentes inclusões (10, 20 e 30%) de RSC observaram efeito linear decrescente ($P < 0,05$) sobre o GP de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade. Mas se assemelham aos resultados encontrados por Parpinelli et al. (2018), os quais observaram uma melhora no GP em aves alimentadas com RSC.

Para o período de 1 a 42 dias, houve um aumento no CR com o aumento dos níveis de inclusão do RSC, resultado que se assemelha aos encontrados por Swain et al. (2012) e Ashour et al. (2019) os quais relataram que o CR aumenta significativamente com a incorporação de RSC nos níveis de 10 e 20% de inclusão nas dietas. O aumento no CR sem alteração no GP e CA pode ser explicado pela limitação na utilização da fibra, que resultou em um aumento na taxa de passagem e consequentemente na absorção reduzida de nutrientes, o que levou as aves a aumentarem a ingestão de alimento para compensar e atender às suas exigências nutricionais (SILVA JUNIOR et al., 2017).

Considerando os parâmetros bioquímicos sanguíneos das aves alimentadas com RSC no período de 1 a 21 dias de idade, não houveram alterações ($P>0,05$) nos valores de triglicerídeos (TAG), creatinina (CRE) e proteínas totais (PT). Entretanto, a inclusão do RSC apresentou efeito linear decrescente ($P<0,05$) para o colesterol (COL) e quadrático ($P<0,05$) para ácido úrico (AU), aspartato aminotransferase (AST) e albumina (ALB), em que os níveis de máxima resposta foram obtidos com a inclusão de 7,57%; 6,98%; e 6,30%, respectivamente.

Para o período de 22 a 42 dias, não houve efeito significativo ($P>0,05$) para o COL, TAG, AST e PT. Foi observado efeito linear crescente ($P<0,05$) para ALB. Houve efeito quadrático ($P<0,05$) para AU e CRE em que os níveis determinados para mínima resposta foram 4,88% e 3,66%, respectivamente (Tabela 4).

Os níveis de COL apresentaram médias de 155,1 e 147,50 mg dL⁻¹ para as idades de 21 e 42 dias, respectivamente. Esses resultados estão dentro dos níveis de normalidade para frangos de corte, que segundo Kaneko et al. (1997), estão entre 125 a 200 mg dL⁻¹.

Segundo Borsa et al. (2006), os triglicerídeos e o colesterol são componentes analisados nos testes de avaliação do metabolismo lipídico, sendo que os triglicerídeos constituem em média 95% de toda a gordura existente no corpo. O colesterol é constituinte das estruturas das membranas celulares, síntese de ácidos biliares e hormônios esteroides. Entretanto, é de interesse reduzir os níveis séricos de colesterol, visto que seus níveis elevados estão relacionados a problemas cardíacos.

O RSC é um alimento rico em fibras, estas possuem o efeito de reduzir a capacidade do intestino de absorver colesterol e lipídeos, consequentemente ocasionando uma redução dos níveis plasmáticos dos mesmos (SAVÓN, 2002), podendo explicar os efeitos significativos apresentados para as variáveis colesterol aos 21 dias de idade.

O AU apresentou valores médios de 7,1 e 3,0 mg dl⁻¹ para 21 e 42 dias de idade, respectivamente, estando dentro dos padrões normalmente encontrados para frangos de corte. As concentrações de AU plasmático observados nas aves mais jovens são maiores do que nas aves em idades mais avançadas (SCHMITD et al., 2007), esses resultados podem ser explicados pelas maiores concentrações de proteína que compõem as dietas iniciais, podendo ter influenciado no aumento das concentrações de AU no plasma das aves (SOARES et al., 1999).

Os valores de CRE para ambas as idades analisadas estão dentro dos padrões normais para aves que são entre 0,21 a 0,24 mg dL⁻¹ (HOCHLEITHNER, 1994). Níveis de creatinina acima dos ideais estão diretamente relacionados a danos renais graves (CAPITELLI e CROSTA, 2013).

Tabela 4 - Parâmetros bioquímicos sanguíneos de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade, alimentados com diferentes inclusões de RSC

21 dias								42 dias							
RSC (%)	COL (mg dL ⁻¹)	TAG (mg dL ⁻¹)	AU (mg dL ⁻¹)	CRE (mg dL ⁻¹)	AST (U L ⁻¹)	ALB (g dL ⁻¹)	PT (g dL ⁻¹)	COL (mg dL ⁻¹)	TAG (mg dL ⁻¹)	AU (mg dL ⁻¹)	CRE (mg dL ⁻¹)	AST (U L ⁻¹)	ALB (g dL ⁻¹)	PT (g dL ⁻¹)	
0	167	78,28	5,97	0,26	176	1,59	3,66	143	51,85	3,51	0,21	321	1,42	3,65	
2	166	80,00	6,17	0,22	189	1,59	3,66	142	52,28	2,91	0,20	360	1,43	3,49	
4	156	84,00	6,38	0,27	201	1,64	3,14	155	52,71	2,81	0,18	365	1,52	3,65	
6	151	94,29	8,84	0,24	232	1,79	3,65	151	50,14	2,22	0,20	370	1,47	3,49	
8	146	106,57	7,71	0,23	239	1,75	3,94	148	49,85	3,40	0,22	364	1,58	3,88	
10	145	81,00	7,28	0,24	204	1,63	3,61	146	45,85	3,45	0,24	393	1,54	3,50	
P	0,0032 ^L	0,048	0,001 ^Q	0,727	0,004 ^Q	0,015 ^Q	0,043	0,084	0,062	0,004 ^Q	0,001 ^Q	0,289	0,006 ^L	0,121	
CV(%)	7,88	21,04	15,43	27,03	15,34	7,63	11,82	5,97	8,69	17,68	6,75	15,01	5,55	8,19	
EPM	12,21	18,38	1,09	0,07	31,75	0,13	0,43	8,83	4,38	0,54	0,01	54,43	0,08	0,30	
Equações de Regressão															
COL 21 = 167,4996 – 2,5048x					R ² = 0,93			AU 42 = 3,51122 – 0,36536x + 0,03737x ²					R ² = 0,67		
AU 21 = 5,561735 + 0,584413x – 0,038584x ²					R ² = 0,59			CRE 42 = 0,21301 – 0,00887x + 0,00121x ²					R ² = 0,79		
AST 21 = 168,5051 + 16,16403x – 1,15497x ²					R ² = 0,76			ALB 42 = 1,42537 + 0,01416x					R ² = 0,72		
ALB 21 = 1,54286 + 0,05843x – 0,000464x ²					R ² = 0,61										

Col: colesterol; TAG: triglicerídeos; AU: ácido úrico; CRE: creatinina; AST: aspartato aminotransferase; ALB: albumina; PT: proteínas totais; L: linear; Q: quadrática; CV%: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média.

A albumina é um bom indicador do estado de saúde e nutrição do animal, visto que alterações nas suas concentrações no plasma refletem mudanças nas funções hepáticas (SCHMIDT et al., 2007). Os valores médios encontrados para ALB foram 1,61 e 1,48 g dL⁻¹ aos 21 e 42 dias respectivamente, demonstrando que apesar do efeito observado para albumina aos 42 dias, os valores estão dentro dos normais para aves saudáveis que estão entre 0,8 a 2,0 g dL⁻¹ (SCHMIDT et al., 2007).

A mensuração das concentrações de proteínas totais é importante, pois muitas vezes fornecem informações que facilitam diagnosticar a presença de doenças específicas (THRALL et al., 2012). Esta variável está relacionada ao equilíbrio hídrico e hormonal, estado nutricional e outros fatores envolvidos em condições de saúde (JAIN, 1993). Os valores médios de proteínas totais no presente estudo foram de 3,61 aos 21 e 42 dias de idade. Esses valores estão dentro da normalidade para frangos de corte, que segundo Thrall et al. (2012) variam entre 2,5 a 4,5g dL⁻¹. De forma geral, os principais fatores que afetam as concentrações das proteínas totais nas aves são: idade, sazonalidade, condições de criação (manejo) e doenças (LUMEIJ, 1997).

A análise do perfil metabólico sanguíneo é uma ferramenta útil, auxiliando na avaliação do status nutricional dos animais bem como no diagnóstico de problemas metabólicos (REZENDE et al., 2019). A saúde e condições dos animais refletem diretamente nos constituintes bioquímicos do soro sanguíneo, sendo muito importante essa análise para que se possa observar alterações no sistema fisiológico (MINAFRA et al., 2010).

Os valores de rendimento de carcaça e cortes não apresentaram diferenças aos 42 dias, demonstrando que a inclusão de até 10% do RSC não impactou negativamente no desenvolvimento corporal das aves ($P>0,05$) (Tabela 5).

A ausência de diferenças significativas para o rendimento de carcaça, cortes e deposição de gordura pode ser explicada pelo fato de que as dietas foram adequadamente balanceadas em nutrientes, podendo ser aproveitadas eficientemente pelas aves sem influenciar no desenvolvimento muscular e sem haver deposição excessiva de gordura (FARIA FILHO et al., 2006; TRINDADE NETO et al., 2009).

Resultados semelhantes foram relatados por Parpinelli et al. (2018) que utilizaram os mesmos níveis de inclusão do RSC não observaram efeitos sobre essas variáveis. Em contrapartida, Swain et al. (2012), ao avaliarem a inclusão de níveis de 0, 10 e 20% de RSC na alimentação de frangos de corte, observaram que o rendimento de carcaça aumentou significativamente e houve redução significativa na deposição de gordura abdominal para as

aves alimentadas com 10 e 20% de RSC em comparação ao grupo controle.

Tabela 5 - Rendimento de carcaça, cortes, gordura abdominal e fígado de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de inclusão de RSC

RSC (%)	Carcaça	Peito	Coxa	Sobrecoxa	Asa	Fígado	GAb
0	70,23	27,99	11,27	12,74	7,76	1,95	1,86
2	70,88	28,64	11,31	12,69	7,81	1,85	1,71
4	70,42	28,14	11,23	12,67	7,70	1,95	1,78
6	70,57	28,07	11,04	12,68	7,62	1,86	1,69
8	71,12	28,17	11,25	12,63	7,70	1,87	1,87
10	69,61	29,43	10,71	12,56	7,69	1,79	1,73
ANOVA							
P	0,267	0,461	0,184	0,994	0,871	0,358	0,821
CV (%)	1,67	5,26	4,24	4,57	3,84	8,09	17,24
EPM	1,176	1,494	0,472	0,579	0,296	0,151	0,305

P: probabilidade; CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média.

As variáveis de FC, PC, e PG que indicam a qualidade de carne de peito não foram alteradas com a inclusão de até 10% do RSC (Tabela 6). Muitos fatores podem influenciar na qualidade de carne dos animais de forma mais direta do que as variações nutricionais dentro das dietas (PARPINELLI, 2016), tais como as condições ambientais, sanitárias, manejo de criação, manejo durante o pré e pós-abate e acondicionamento das amostras (MENDES e KOMIYAMA, 2011).

Tabela 6 - Parâmetros avaliados para qualidade de carne de peito de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade alimentados com RSC

	RSC (%)						P	CV(%)	EPM
	0	2	4	6	8	10			
FC (kgf/cm ²)	32,5	36,0	44,5	44,9	38,5	34,7	0,0679	23,53	9,061
PCO %	31,6	31,2	33,4	32,2	34,8	32,9	0,0623	6,91	2,258
PGO %	16,5	15,2	16,0	16,3	19,3	16,2	0,0703	7,66	1,261

FC: força de cisalhamento; PCO: perda de água por cocção; PGO: perda de água por gotejamento; Kg^f cm⁻² : Quilograma-força por centímetro quadrado. CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média, P: probabilidade.

A inclusão do RSC não influenciou os teores de EE, PB e a TDG aos 42 dias, porém pode-se observar efeito linear crescente ($P < 0,05$) para a TDP aos 21 dias de idade (Tabela 7).

O aumento na deposição de proteína na carcaça dos frangos de corte aos 21 dias pode estar relacionado à gradual melhoria na relação energia / proteína das dietas (NUNES et al., 2016) e ao maior ganho de peso apresentado pelas aves, demonstrando que houve eficiente

deposição de proteína quando houve aumento dos níveis de RSC.

Os resultados encontrados vão contra aos achados por Parpinelli et al. (2020) que ao estudarem diferentes inclusões de RSC (0 g kg⁻¹, 20 g kg⁻¹, 40 g kg⁻¹, 60 g kg⁻¹, 80 g kg⁻¹ e 100 g kg⁻¹) na alimentação de frangos de corte, observaram efeito linear decrescente para a TDP com o aumento da inclusão de RSC, já em estudos de Bolu et al. (2012), os autores não observaram diferenças significativas para os valores de TDP em frangos de corte alimentados com até 100 g kg⁻¹ de DDGS.

Tabela 7 - Composição química corporal de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade

RSC (%)	1 a 21				1 a 42			
	EE (% MN)	PB (% MN)	TDG (g dia ⁻¹)	TDP (g dia ⁻¹)	EE (%MN)	PB (% MN)	TDG (g dia ⁻¹)	TDP (g dia ⁻¹)
0	13,68	15,77	4,44	5,01	14,08	15,59	8,32	9,12
2	12,92	16,68	4,61	5,79	14,08	16,87	8,35	9,95
4	13,59	16,16	4,71	5,50	14,00	15,19	8,60	9,56
6	12,24	15,83	4,31	5,52	14,35	16,36	8,29	9,38
8	12,14	15,73	4,42	5,38	14,27	16,34	9,01	10,24
10	12,94	16,69	4,89	6,21	13,98	16,37	8,41	9,77
ANOVA								
P	0,2379	0,3745	0,2764	0,0210 ^L	0,9895	0,0106	0,8115	0,1793
CV (%)	11,11	6,76	10,67	10,96	8,44	5,36	12,75	10,58
EPM	1,436	1,091	0,487	0,910	1,192	0,864	1,084	14,187
Equações de Regressão								
TDP 1 a 21 = 5.07877 + 0.08318 R ² = 0,41								

EE: extrato etéreo; PB: proteína bruta; TDG: taxa de deposição de gordura; TDP: taxa de deposição de proteína; L: linear; P: probabilidade; CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média.

4.4 Conclusões

Considerando os dados de desempenho, o resíduo seco de cervejaria pode ser incluído nas dietas para frangos de corte até o nível de 10% apresentando melhorias no ganho de peso na fase de 1 a 21 dias de idade, não alterando o desempenho dos animais no período de 1 a 42 dias de idade.

4.5 Referências Bibliográficas

- ADENIJI, A.A.; ADEWOLE, O.A. Effects of feeding graded levels of brewers dried grains with or without probiotics supplementation in replacing groundnut cake in the diet of weaned rabbits. **Journal of Natural Science and Research**. v.5, n.7 p.155-163, 2015.
- ADAMA, T.Z.; OGUNBAJO, S.A.; MAMBO, M. Feed intake, growth performance and nutrient digestibility of broiler chicks fed diets containing varying levels of sorghum dried brewers' grains. **International Journal of Poultry Science**, n.6, p.592-598, 2007.
- ADEROLU, A.Z.; IYAYI, E.A.; ONILUDE, A.A. Performance, Organ Relative Weight, Serum and Haematology Parameters in Broiler Finisher Fed Biodegraded Brewers Dried Grain. **Pakistan Journal of Nutrition** v.6, n.3, p.204-208, 2007.
- ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. **Produção e manejo de frangos de corte**. Viçosa: UFV, 2008.
- ALBUQUERQUE, D.M. **Resíduo desidratado de cervejaria para suínos em crescimento e terminação**. 2011, Dissertação (Mestrado em ciência animal).Universidade Federal do Piauí. Teresina.
- AOAC. 2016. Official Methods of Analysis of AOAC International. 20th ed. Rockville, Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- ARAÚJO, 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**, Mossoró, v. 1, n. 3, p.69-77, 2007.
- ASHOUR, E.A.; REDA, F.M.; ABD EL-HACK, M.E. The influences of partially replacement of maize corn by broken rice and sugar beet pulp on growth performance, carcass traits and economics of meat type quails. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, n.6, p.185-188, 2019.
- BORSA, A.; KOHAYAMA, A.; BORETTI, L. P.; SAITO, M. E.; KUIBIDA, K. Níveis séricos de enzimas de função hepática em frangos de corte de criação industrial clinicamente saudáveis. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.675-677, 2006.
- BROCHIER, M.A.; CARVALHO, S. Consumo, ganho de peso e análise econômica de terminação de cordeiros em confinamento com dietas contendo diferentes proporções de resíduo úmido de cervejaria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60 .,5, p1205-1212, 2008.
- CAPITELLI, R.; CROSTA, L.. Overview of psittacine blood analysis and comparative retrospective study of clinical diagnosis, hematology and blood chemistry in selected psittacine species. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, Texas, v. 16, n. 1, p. 71–120, 2013.
- DENSTADLI, V.; WESTERENG, B.; BINIYAM, H.G.; BALANCE, S. KNUTSEN, S.H.; SVIHUS, B. Effects of structure and xylanase treatment of brewers spent grains on performance and nutrient availability in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.51,

p.419-426, 2010.

FACCENDA, A.; ZAMBOM, M.A.; CASTAGNARA, D.D.; AVILA, A.S.; FERNANDES, T.; ECKSTEIN, E.I.; ANSCHAU, F.A.; SCHNEIDER, C.R. Use of dried brewers' grains instead of soybean meal to feed lactating cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.46, n.1, p.39-46, 2017

FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; FIGUEIREDO, D.F.; DUHLKE, F.; MACARI, M.; FURLAN, R.L. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.101-106, 2006.

FERNANDES, R.T.V.; VASCONCELOS, N.V.B.; LOPES, F.F.; ARRUDA, A.M.V. Aspectos gerais sobre alimentos alternativos na nutrição de aves. **Revista Verde** (Mossoró – RN - BRASIL), v. 7, n. 5, p. 66-72, dezembro de 2013.

FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Lysine requirement of starting barrows from two genetic groups fed on low crude protein diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, n.1, p.49-56, 2008.

GIORDANI JUNIOR, R.; CAVALI, J. PORTO, M.O.; FERREIRA, E.; STACHIW, R. Resíduos agroindustriais e alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v.3, n.1, 2004.

GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; VALENCIA, E.; LÁZARO, R.; MATEOS, G.G. Effects of fiber and heat processing of the cereal on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers fed diets based on corn or rice. **Poultry Science**, v.87, n.9, p.1779-1795, 2010

HOCHLEITHNER, M. Biochemistries In: RITCHIE, B.W.; HARRISON, G.J.; HARRISON L.R. **Avian medicine: principles and application**. Lake Worth: Wingers Publishing, p. 176-198, 1994

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Journal Meat Science**, v.49, p.447-457, 1998.

JAIN, N.C. Essentials of veterinary hematology. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993.

JIMÉNEZ-MORENO, E.; CHAMORRO, S.; FRIKHA, M.; SAFAA, H.; LÁZARO, R.; MATEOS, G. Effects of increasing levels of pea hulls in the diet on productive performance, development of the gastrointestinal tract, and nutrient retention of broilers from one to eighteen days of age. **Animal Feed and Technology**, v.168, n.1-2, p.100-112, 2011.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**, 5th ed., San Diego, Academic Press, 1997, 932p.

LUMEIJ, J.T. Avian Clinical Biochemistry. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**, 932p, 1997.

MENDES, A.A.; KOMIYAMA, C.M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 40, n. 1, p.352-357, set. 2011.

- MINAFRA, C.S.; MARQUES, S.F.F.; STRINGHINI, J.H. et al. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2691-2696, 2010.
- NUNES, R. V., SAVOLDI, T. L., TSUTSUMI, C. Y. et al. Levels of metabolizable energy and digestible lysine for broiler chicks 1-10 days of age. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.4, p.2691-2699, 2016.
- NUNES, R.V.; BROCH, J.; WACHHOLZ, L.; DE SOUZA, C.; DAMASCENO, J.L.; OXFORD, J.H.; BLOXHAM, D.J.; BILLARD, L.; PESTI, G.M. Choosing sample sizes for various blood parameters of broiler chickens with normal and non-normal observations. **Poultry Science**, v.97, p.3746-3754, 2018.
- PARPINELLI, W. **Utilização de resíduo seco de cervejaria na alimentação de frangos de corte**, 2016, dissertação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos.
- PARPINELLI, W.; CELLA, P.S.; EYNG, C.; BROCH, J.; SAVARIS, V.D.L.; SANTOS, E.C.; AVILA, A.S.; NUNES, R.V.; Impact of dried brewers' grains supplementation on performance, metabolism and meat quality of broiler chickens. **Journal of Animal Science**, v.50, n.2, p.186-195, 2020.
- PARPINELLI, W.; CELLA, P.S.; SAVARIS, V.D.L.; BROCH, J.; NUNES, R.V.; Dry brewery residue in broiler chickens feed. **Semina: Ciências Agrárias**. v.39, n.4, p.1707-1716, 2018.
- PEREIRA, L.P.; SOARES, E.D.S.; BRITO, D.R.B.; CUTRIM JÚNIOR, J.A.A.; SILVA, I.C.S.; COSTA, J.B.; SILVA, E.M.G. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes níveis de resíduo úmido de cervejaria. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.3, p.160-171, 2019.
- REZENDE, M.S.; SILVA, P.L.; GUIMARÃES, E.C.; LELLIS, C.G.; MUNDIM, A.V. Variações fisiológicas, influência da idade e sexo no perfil bioquímico sanguíneo de aves da linhagem pesada de frango de corte na fase de recria, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.71, n.5, p.1649-1658, 2019.
- RODRIGUES, W. O.P.; GARCIA, R.G.; NAAS, I.A. et al. Evolução da avicultura de corte no Brasil. Goiânia: **Enciclopédia Biosfera, centro científico conhecer**, v. 10, n. 18; p. 1666, 2014.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, F.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. 4ª edição, Viçosa, MG: UFV, 2017, p.252.
- SACRANIE, A.; SVIHUS, B.; DENSTADLI, V.; MOEN, B.; IJI, P.; CHOCT, M. The effect of insoluble fiber and intermittent feeding on gizzard development, gut motility, and performance of broilers chickens. **Poultry Science**, v.91, n.3, p.693-700, 2012.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007, 283p.
- SAS INSTITUTE INC. 2014. SAS University Edition: installation guide for Windows. SAS Institute, Cary, North Carolina.

- SAVÓN, L. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v.36, n.2, p.91-102, 2002.
- SCHMIDT, E. M. S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; SANTIN, E.; PAULILLO, A. C. Patologia clínica em aves de produção - uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola - revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.12, n.3, p.9-20, 2007.
- SCHONE, R.A.; ZAMBOM, M.; NUNES, R. V.; FERNANDES, T.; FRANK, R.; BRUXEL, T.O.; CASTAGNAR, D. Secagem de Resíduo de Cervejaria em Camadas de Diferentes Espessuras. **Scientia Agraria Paranaensis**. 15. 127-131. 2016.
- SILVA JUNIOR, P. A.; LANA, S.R.V.; LANA, G. R. Q.; SILVA, L.C.L.; TORRES, E.C.; FERREIRA, T.S. Cassava foliage in quail feeding. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.11, n.3, p.150-156, 2017.
- SOARES, R. T.R.N.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de treonina para pintos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista brasileira de zootecnia.**, v.28, n.1, p.122-126, 1999.
- STEFANELLO, F.S.; FRUET, A.P.B.; SIMEONI, C.P. et al. Resíduo de cervejaria: bioatividade dos compostos fenólicos; aplicabilidade na nutrição animal e em alimentos funcionais. **Revista Eletrônica em Gestão Educação e Tecnologia**, v.18, p.01-10, 2014.
- SWAIN, B.K.; NAIK, P.K.; CHAKURKAR, E.B.; SINGH, N.P.; Effect of feeding brewers' dried grain on the performance and carcass characteristics of Vanaraja chicks. **Journal of Applied Animal Research**, v.40 n.2, p.163-166, 2012.
- THRALL, M.A.; WEISER, G.; ALLISON, R.W.; CAMPBELL, T.W. Veterinary hematology and clinical chemistry. 2. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 776p, 2012
- TRINDADE NETO, M.A.; TAKEARA, P.; TOLEDO, A.L.; KOBASHIGAWA, E.; ALBUQUERQUE, R.; ARAÚJO, L.F. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.508-514, 2009.
- VIEIRA, M.S; VIEIRA, A.A. Nutritional value of barley bagasse determined with growing pigs. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.24, n.4, 2016.