

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

**JOMARA BROCH**

**RESÍDUO SECO DE FECULARIA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**  
**SUPLEMENTADOS OU NÃO COM CARBOIDRASES**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2015**

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

**JOMARA BROCH**

**RESÍDUO SECO DE FECULARIA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**  
**SUPLEMENTADOS OU NÃO COM CARBOIDRASES**

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. Dr. Vladimir de Oliveira

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2015**

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

**JOMARA BROCH**

**RESÍDUO SECO DE FECULARIA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**  
**SUPLEMENTADOS OU NÃO COM CARBOIDRASES**

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 Julho de 2015.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes

---

Prof. Dra. Cinthia Eyng

---

Dr. Leandro Dalcin Castilha

---

Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho

## **DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais, Delmir e Silvani Broch,  
dedico este trabalho e todas as conquistas que virão...*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, pela saúde, por iluminar meus caminhos.

Aos meus pais, Delmir e Silvani Broch, e à minha irmã Marina, por sempre estarem ao meu lado, por esta e todas as outras oportunidades na minha vida... Obrigada por tudo!

Ao Juliano Luiz Cassel, pelo companheirismo, apoio, e torcida por mim nesta caminhada.

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

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

Ao Professor Ricardo Vianna Nunes, pela orientação, ensinamentos e amizade, e por ter acreditado em mim.

Ao secretário do Programa de Pós Graduação, Paulo Henrique Morsh, pela dedicação e paciência.

À equipe do grupo de pesquisa GEMADA, pela dedicação e colaboração na realização do experimento. Em especial ao Cleison de Souza, Idiana Mara da Silva e Lucas Wachholz, pelo auxílio, responsabilidade e amizade.

Aos professores Cinthia Eyng, Jovanir Inês Müller Fernandes, Leandro Dalcin Castilha, Paulo Levi de Oliveira Carvalho e Vladimir de Oliveira, pelos ensinamentos e contribuições para este trabalho.

À DSM, pela doação das enzimas utilizadas no presente trabalho.

E a todos aqueles que de alguma maneira, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta conquista.

## RESÍDUO SECO DE FECULARIA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS OU NÃO COM CARBOIDRASES

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar o resíduo seco de fecularia (RSF) e sua utilização, associada ou não com carboidrases, sobre a produção de frangos de cortes. No experimento I foram utilizadas 160 aves da linhagem Cobb 500, de 14 a 24 dias de idade, 50% machos e 50% fêmeas. Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 2x5, constituídos de dois sexos e cinco níveis de inclusão do RSF (0; 10; 20; 30 e 40%), totalizando dez tratamentos e quatro repetições, com quatro aves por unidade experimental. O período experimental teve duração de dez dias, sendo cinco dias de adaptação e cinco de coleta de excretas, tendo sido realizadas duas coletas ao dia. Posteriormente as amostras de excretas, rações e RSF foram secas em estufas de circulação forçada de ar a 55°C, 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 e magnésio. A composição bromatológica para o RSF foi de 89,86% de MS, 0,98% de PB, 3519 kcal kg<sup>-1</sup> de EB, 0,19% de EE, 27% de FDN, 19,5% de FDA, 0,33% de cálcio, 0,43% de fósforo, 0,46% de potássio, 0,12% de magnésio, na matéria natural. Os valores médios de energia metabolizável aparente (EMA), EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA<sub>n</sub>), coeficiente da EMA (CMA) e coeficiente da EMA<sub>n</sub> (CMA<sub>n</sub>) do RSF, na matéria natural, foram de 1598 kcal kg<sup>-1</sup>, 1605 kcal kg<sup>-1</sup>, 45,42% e 45,61%, conforme metodologia proposta por Matterson et al. (1965), respectivamente. De acordo com o outro método analisado (ADEOLA, 2000), o valor de EMA<sub>n</sub> encontrado pode variar de 1789 kcal kg<sup>-1</sup> a 1808 kcal kg<sup>-1</sup>. No experimento II as aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, constituído da combinação da adição ou não de carboidrases e cinco níveis de inclusão de RSF, resultando em 10 tratamentos, com cinco repetições e 22 aves cada. Aos 21 dias de idade, duas aves por unidade experimental foram mantidas em jejum por 6 horas, para coleta de sangue via punção braquial. Aos 42 dias de idade, quatro aves por unidade experimental foram abatidas para determinação do rendimento de carcaça, corte e órgãos, e porcentagem de gordura abdominal e avaliação da qualidade da carne. No período de 1 a 21 dias de idade houve interação (P<0,05) entre a suplementação de carboidrases e o RSF para ganho de peso (GP) e consumo de ração (CR), que apresentaram comportamento linear decrescente sem a inclusão de carboidrases. No período de 1 a 42 dias houve interação (P<0,05) entre a suplementação de carboidrases e a inclusão do RSF para as variáveis GP e conversão

alimentar (CA). A inclusão do RSF foi responsável pela queda no GP e CR, e piora na CA. Com a suplementação das carboidrases, as variáveis GP, CR e CA não diferiram ( $P>0,05$ ) da ração controle (RC). Os rendimentos de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa e asa não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pela suplementação de carboidrases e níveis de inclusão do RSF na fase de 1 a 21 dias. O peso relativo de órgãos não foi afetado ( $P>0,05$ ) pela inclusão do RSF e adição ou não de carboidrases. A inclusão das carboidrases proporcionou um aumento ( $P<0,05$ ) na concentração de colesterol, triglicerídeos (TAG), creatinina, gama GT e glicose no sangue. O ácido úrico, a aspartato aminotransferase (AST) e as proteínas totais não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pela presença ou não das carboidrases. A concentração da Gama GT apresentou um acréscimo e da alanina aminotransferase (ALT) e creatinina apresentaram um decréscimo ( $P<0,05$ ) com a inclusão do RSF. Os valores de Luminosidade (L), coloração amarelo-verde ( $a^*$ ) e coloração amarelo-azul ( $b^*$ ) da carne de peito não apresentaram diferença ( $P>0,05$ ) em função da inclusão do RSF e com a adição ou não das carboidrases, na avaliação 15 minutos *post mortem*. Na análise 24 horas *post mortem* houve interação significativa ( $P<0,05$ ) entre a suplementação de carboidrases e a inclusão do RSF para a variável L. Os valores analisados de pH, capacidade de retenção de água (CRA) e força de cisalhamento (FC) da carne do peito não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pela inclusão do RSF e adição ou não de carboidrases. A perda por cocção (PPC) foi influenciada ( $P<0,05$ ) pelos níveis de inclusão do RSF. As variáveis L e  $a^*$  dos pés dos frangos de corte não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pelos níveis do RSF e adição ou não de carboidrases. A variável de cor  $b^*$  apresentou um decréscimo ( $P<0,05$ ) a partir do nível de 5% de inclusão. O RSF pode ser utilizado nas dietas de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade até o nível avaliado de 10%, desde que associado ao uso de carboidrases, sem afetar o desempenho ou o rendimento de carcaça e cortes das aves na idade de abate, bem como a qualidade da carne.

**Palavras-chave:** avicultura, coprodutos, desempenho, enzimas, nutrição.

## **DRY RESIDUE OF CASSAVA IN BROILER FEED SUPPLEMENTED OR NOT WITH CARBOHYDRASES**

**Abstract** - The objective of this study was to evaluate the dry residue of cassava (DRC) and its use, associated or not with carbohydrases on production of broiler chickens. In the first experiment 160 Cobb 500 birds from 14 to 24 days old were used, 50% males and 50% females. The treatments were distributed in a completely randomized design in a 2x5 factorial arrangement, with two sexes and five levels of inclusion of DRC (0, 10, 20, 30 and 40%), totaling ten treatments and four replicates, with four birds each. The experimental period lasted ten days, five days of adaptation and five for excreta collection, in which two collections a day were carried out. Subsequently the samples of excreta, feed and DRC were dried in forced circulation of greenhouses air at 55 °C, 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 and magnesium. The chemical composition for the DRC was 89.86% DM, 0.98% CP, 3519 kcal kg<sup>-1</sup> of EB, 0.19% of EE, 27% NDF, 19.5% ADF, 0.33% calcium, 0.43% phosphorus, 0.46% potassium and 0.12% magnesium, in the natural matter. The mean values of apparent metabolizable energy (AME) AME corrected for nitrogen balance (AMEn) AME coefficient (CAME) and coefficient of AMEn (CAMEn) of DRC in natural matter were 1598 kcal kg<sup>-1</sup>, 1605 kcal kg<sup>-1</sup>, 45.42% and 45.61%, according to the methodology proposed by Matterson et al. (1965), respectively. According to another analysis method (ADEOLA, 2000), the AMEn value found may vary from 1789 kcal kg<sup>-1</sup> to 1808 kcal kg<sup>-1</sup>. In the second experiment birds were distributed in a completely randomized design in a 2x5 factorial scheme, consisting of the combination of the addition or not of carbohydrases and five levels of inclusion of DRC, resulting in 10 treatments and with five replicates of 22 birds each. At 21 days of age, two birds each were fasted for 6 hours, for blood brachial puncture. At 42 days old, four birds per pen were slaughtered to determine carcass yield, cut and organs, and percentage of abdominal fat and assessment of meat quality. Between 1-21 days old there was interaction (P<0.05) between supplementation of carbohydrases and DRC for weight gain (WG) and feed intake (FI), which showed decreasing linear effect without the inclusion of carbohydrases. In the period from 1 to 42 days there was interaction (P<0.05) between supplementation of carbohydrases and the inclusion of DRC for WG variables and feed conversion (FC). The inclusion of DRC was responsible for the fall in WG and FI, and worsening FC. With supplementation of carbohydrases, the WG variables FI and FC did not differ (P>0.05) from

the control diet (CD). Carcass yields, breast, thigh, drumstick and wing were not influenced ( $P>0.05$ ) by supplementation of carbohydrases and DRC inclusion levels in phase from 1-21 days. The relative weight of organs was not affected ( $P>0.05$ ) by inclusion of DRC and addition or not of carbohydrases. The inclusion of carbohydrases provided an increase ( $P<0.05$ ) in the concentration of cholesterol, triglycerides (TAG), creatinine, gamma GT and blood glucose. The uric acid, aspartate aminotransferase (AST) and total proteins were not affected ( $P>0.05$ ) by the presence or absence of carbohydrases. The concentration of Gamma GT showed an increase and alanine aminotransferase (ALT) and creatinine showed a decrease ( $P<0.05$ ) with the inclusion of DRC. The brightness values (L), yellow-green ( $a^*$ ) and yellow-blue color ( $b^*$ ) of the breast meat did not differ ( $P>0.05$ ) due to the inclusion of DRC and with the addition or not of carbohydrases, in evaluation 15 minutes *post mortem*. In the analysis 24 hours *post mortem* there was significant interaction ( $P<0.05$ ) between supplementation of carbohydrases and DRC for the variable L. The analyzed values of pH, water holding capacity (WHC) and shear strength (SS) of breast meat were not affected ( $P>0.05$ ) by inclusion of DRC and addition or not of carbohydrases. The cooking loss (CL) was influenced ( $P <0.05$ ) by levels of inclusion of DRC. The  $L^*$  variables and the feet of broiler chickens were not affected ( $P>0.05$ ) by levels of DRC and addition or not of carbohydrases. The color variable  $b^*$  showed a decrease ( $P <0.05$ ) at DRC inclusion level of 5%. The DRC can be used in the diets for broilers from 1 to 21 days old until the assessed level of 10%, associated with the use of carbohydrases, without affecting the performance or carcass yield and poultry cuts at the age of slaughter and meat quality.

**Keywords:** poultry farming; coproducts; performance; enzymes; nutrition.

## LISTA DE TABELAS

Capítulo I	Página
Tabela 1. Caracterização nutricional do resíduo seco de fecularia, na matéria natural.....	27
Tabela 2. Médias dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio ( $EMA_n$ ) e os coeficientes metabolizável aparente (CMA) e CMA corrigido pelo balanço de nitrogênio ( $CMA_n$ ) para os diferentes níveis de inclusão do resíduo seco de fecularia, na matéria natural.....	29
Capítulo II	Página
Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas durante a fase pré inicial, 1 a 7 dias, para frangos de corte.....	39
Tabela 2. Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas durante a fase inicial, 8 a 21 dias, para frangos de corte.....	40
Tabela 3. Suplementação ou não de carboidratos e níveis de inclusão do resíduo seco de fecularia no desempenho das aves de 1 a 21 dias de idade .....	43
Tabela 4. Suplementação ou não de carboidratos e níveis de inclusão do resíduo seco de fecularia no desempenho das aves de 1 a 42 dias de idade .....	44
Tabela 5. Rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade alimentados com resíduo seco de fecularia com ou sem suplementação de carboidratos .....	45
Tabela 6. Peso relativo de órgãos e percentagem de gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com resíduo seco de fecularia suplementados ou não com carboidratos .....	46
Tabela 7. Parâmetros sanguíneos de frangos de corte aos 21 dias alimentados com resíduo seco de fecularia suplementados ou não com carboidratos.....	49
Tabela 8. Coloração da carne do peito de frangos de corte alimentados com resíduo seco de fecularia suplementados ou não com carboidratos.....	51
Tabela 9. Características quantitativas da carne do peito de frangos de corte alimentados com resíduo seco de fecularia suplementados ou não com carboidratos .....	52
Tabela 10. Coloração dos pés de frangos de corte alimentados com resíduo seco de fecularia suplementados ou não com carboidratos.....	53

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO.....	12
2.1 A mandioca.....	12
2.2 Coprodutos da mandioca.....	13
2.3 Utilização do resíduo seco de fecularia na alimentação de frangos de corte.....	15
2.4 Utilização de carboidrases.....	17
2.5 Referências bibliográficas.....	19
3. DETERMINAÇÃO DOS VALORES ENERGÉTICOS E DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO RESÍDUO SECO DE FECULARIA .....	23
3.1 Introdução.....	25
3.2 Material e métodos.....	26
3.3 Resultados e discussão.....	27
3.4 Conclusão.....	31
3.5 Referências bibliográficas.....	32
4. RESÍDUO SECO DE FECULARIA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS OU NÃO COM CARBOIDRASES.....	35
4.1 Introdução.....	37
4.2 Material e métodos.....	38
4.3 Resultados e discussão.....	42
4.4 Conclusão.....	54
4.5 Referências bibliográficas.....	54

## 1. INTRODUÇÃO

A avicultura possui grande importância no agronegócio brasileiro, é responsável por gerar milhões de empregos diretos e indiretos, classificando o Brasil como terceiro maior produtor e maior exportador de carne de frango, com 12.308 milhões de toneladas produzidas e 3.918 milhões de toneladas exportadas, e com um consumo *per capita* estimado em 41,8 kg por ano (UBABEF, 2014), representando uma produção dinâmica, que cresce e evolui muito tecnologicamente.

Devido à alta produtividade da cadeia avícola, se faz necessário a realização de pesquisas com intuito de obter a melhor forma de utilização dos ingredientes pelos animais. Neste contexto a nutrição que é responsável por representar a maior parte dos custos de produção merece atenção especial.

Assim, a busca por alimentos alternativos que possam substituir os alimentos convencionais, milho e soja, utilizados nas rações de frangos de corte é uma questão economicamente importante para os nutricionistas (KHEMPAKA et al., 2009). O aproveitamento de subprodutos provenientes da agroindústria pode tornar-se uma opção viável na alimentação dos animais, permitindo redução nos custos de produção, além de evitar o descarte deste subproduto no meio ambiente.

Na industrialização da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) são gerados diversos subprodutos que podem ser empregados como alimento energético alternativo (FERREIRA et al., 2014); dentre eles a massa de fecularia, que é proveniente da prensagem para extração da fécula ou amido da mandioca na indústria, por via úmida (MARQUES e CALDAS NETO, 2002). Algumas indústrias desidratam a massa de fecularia, originando o resíduo seco de fecularia (RSF).

No entanto, ao utilizar esse ingrediente nas formulações de rações para aves torna-se necessário, além do conhecimento dos valores nutritivos e energéticos, considerar a presença de fatores antinutricionais em sua composição. Alguns componentes encontrados no RSF como fibras solúveis e insolúveis, polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e compostos cianogênicos são apontados como responsáveis por afetar negativamente o desempenho dos animais (PICOLI et al., 2014).

Os compostos glicosídeos cianogênicos linamarina e lotaustralina encontrados na mandioca *in natura* classificam a planta em doce ou brava, de acordo com sua menor ou maior concentração. Estes, quando hidrolisados, liberam cianeto de hidrogênio, de alta toxicidade (SANT'ANA e DOMENE, 2008). As fibras encontradas nos alimentos de origem

vegetal, dependendo de seus constituintes e sua proporção, afetam a disponibilidade de nutrientes da dieta devido à sua capacidade de aumentar o arraste dos nutrientes ingeridos para as fezes (SOUSA et al., 2014).

A presença dos fatores antinutricionais no RSF pode representar um desafio para o animal, principalmente quando é utilizado em níveis mais elevados nas dietas. Algumas propriedades antinutricionais como os compostos cianogênicos podem ser eliminados ou reduzidos utilizando tratamento térmico, enquanto outras, como os PNAs podem ser mitigados por meio da suplementação de aditivos enzimáticos nas rações (HANSON, 2014).

Neste contexto, carboidrases têm sido utilizadas com o propósito de disponibilizar maior quantidade de nutrientes contidos na ração, na tentativa de melhorar ou manter o desempenho dos animais e com isso a sua rentabilidade.

Xilanase,  $\beta$ -glucanase e  $\alpha$ -amilase são algumas das enzimas exógenas utilizadas em dietas contendo RSF para minimizar seus compostos indigestíveis. Essas enzimas agem sobre fatores antinutricionais e/ou sobre moléculas complexas que não são previamente digeridas pelas aves, devido à baixa ou inexistente produção de enzimas capazes de agir sobre tais componentes (GERALDO et al., 2014).

Em vista da importância da utilização de coprodutos na nutrição animal atualmente e sabendo-se do potencial econômico e nutritivo do RSF na nutrição das aves, faz-se necessário avaliar o uso de carboidrases para melhorar o aproveitamento deste alimento. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes níveis de inclusão do resíduo seco de fecularia suplementado ou não com carboidrases na dieta de frangos de corte sobre o desempenho e características de carcaça e qualidade da carne.

## **2. REVISÃO**

### **2.1 A mandioca**

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), também conhecida como macaxeira ou aipim, é pertencente à família *Euphorbiaceae* e nativa da América do Sul. Considerada uma planta altamente versátil, pode ser cultivada nas mais diferenciadas condições de clima e solos, e possui alta resistência a pragas e doenças (LORENZI, 2003), sendo extensamente cultivada, representando grande importância social e econômica.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Mandioca (SBM, 2015), o Brasil é considerado o segundo maior produtor de mandioca entre mais de 80 países, participando com mais de 15% da produção mundial, com cerca de 25 milhões de toneladas de raízes. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2008/2009), na última medição da aquisição *per capita* da mandioca para alimentação domiciliar, o Brasil apresentou consumo de 1,77; 5,33 e 0,77 kg/habitante/ano de mandioca *in natura*, farinha de mandioca e fécula de mandioca, respectivamente.

Contudo, apesar de sua posição no mercado mundial, o país ainda necessita de investimentos em inovação e tecnologia, e especialmente na área da pesquisa, pois a cadeia produtiva da mandioca é muito heterogênea, caracterizando-se por produtores que cultivam a planta para própria subsistência, até grandes extensões cultivadas por produtores altamente tecnificados (SBM, 2015).

A mandioca pode ser classificada em dois tipos, a mansa, (também chamada doce, de mesa, aipim ou macaxeira), extensamente cultivada e utilizada para o consumo humano, apresentando baixo teor de ácido cianídrico (HCN) (menos de 100mg de HCN kg<sup>-1</sup>), e a brava ou amarga, a qual não é adequada para consumo humano e animal, pois apresenta alto teor de ácido cianídrico (mais de 100mg de HCN kg<sup>-1</sup>).

O HCN, fator antinutricional da mandioca, limita seu uso *in natura*. O mesmo é formado quando o composto químico glicosídeo linamarina, que está distribuído em toda a planta, entra em contato com ácidos e enzimas dos sucos digestivos e se hidrolisa (ALMEIDA e FERREIRA FILHO, 2005). Considerado um componente altamente tóxico, o HCN provoca envenenamento, transtornos gastrintestinais, diminuição do crescimento e frequentemente leva o animal à morte (HILL, 1973).

No entanto, através de uma série de processamentos é possível realizar a inativação desse princípio tóxico inibindo os problemas de toxidez (CEREDA, 2003). A eliminação do conteúdo de HCN da mandioca e de seus subprodutos pode ser realizada por procedimentos simples, como a desidratação artificial, a cocção em água e a desidratação por radiação solar.

## **2.2 Coprodutos da mandioca**

A mandioca, além de ser um alimento muito utilizado na alimentação humana, fornece matérias-primas interessante para alimentação animal em substituição aos alimentos convencionais. As indústrias preconizam plantas com alto teor de amido nas raízes, polpa

branca, raízes grossas e bem conformadas (EMBRAPA, 2010). Os resíduos das indústrias como a raspa, bagaço ou massa de fecularia e a farinha de varredura são destinados para alimentação animal, assim como a parte aérea, ramas e folhas (MARQUES e CALDAS NETO, 2002).

A industrialização da mandioca agrega valor à matéria-prima e por isso está em desenvolvimento, no entanto, em seus processamentos resíduos sólidos e líquidos são gerados, que ao serem descartados sem um adequado destino causam severo impacto ambiental (SILVEIRA et al., 2002). Desta forma, ao se utilizar tais coprodutos na nutrição animal, colabora-se para a diminuição do seu descarte inadequado no meio ambiente.

A farinha de varredura consiste no pó, fibra e farinha originada da limpeza das farinheiras, sendo imprópria para o consumo humano. Apresenta em sua composição elevados teores de amido (80%) e matéria seca (90%) (CALDAS NETO et al., 2000).

A massa de fecularia ou também denominada massa de mandioca, bagaço ou farelo é o resíduo resultante da prensagem da mandioca para extração da fécula ou amido da mandioca por via úmida. Na composição desse resíduo, encontra-se o material fibroso da raiz, contendo parte do amido que não foi possível extrair durante o processamento, e um alto teor de umidade (LEONEL e CEREDA, 2000).

Segundo Leonel e Cereda (2000), para cada tonelada de raiz processada nas fecularias são produzidos aproximadamente 250 kg de amido e 929 kg de resíduo com 75% de umidade, gerando um montante de aproximadamente 1929 mil toneladas deste resíduo anualmente no Brasil.

O resíduo seco de fecularia (RSF) é resultante da desidratação da massa de fecularia, composto por um alto teor de matéria seca, aproximadamente 90%. Tal processamento visa à transformação da massa úmida, gerando um coproduto viável, passível de utilização nas formulações das rações para os animais (SOUZA et al., 2013).

Este coproduto possui grande variabilidade em sua composição química, que é dependente da origem e variedade da planta, bem como da técnica de processamento utilizada na produção da fécula (MATSUI et al., 2003). Caracteriza-se por apresentar em sua composição elevado teor de amido (75%) e fibras (15%) e baixos teores de lipídios, proteínas e matéria mineral (PANDEY et al., 2000).

### 2.3 Utilização do resíduo seco de fecularia na alimentação de frangos de corte

As dietas de frangos de corte são compostas principalmente por alimentos de origem vegetal, sendo que o milho representa a principal fonte de energia, por ser constituído de alto teor de amido, e a soja fonte de proteína. No entanto, a qualidade das matérias-primas utilizadas é muito variável, interferindo na utilização dos nutrientes e consequentemente no desempenho animal (PICOLI et al., 2014).

Segundo Silva et al. (2005), a utilização dos resíduos da mandioca para alimentação animal pode ser limitada devido a baixa padronização da composição bromatológica destes, ocasionado pelo baixo investimento em tecnologia por parte da indústria processadora.

Assim, torna-se importante para o nutricionista formular dietas com o conhecimento da composição nutricional dos alimentos e levar em consideração os fatores que podem influenciar a disponibilidade de nutrientes, para que se possa garantir o ótimo desempenho das aves.

Garantir o fornecimento adequado de energia, por exemplo, é essencial para que as aves possam expressar seu máximo potencial genético. A energia metabolizável presente nos alimentos pode ser influenciada pela quantidade de fibra da dieta, responsável por causar alterações nas funções gastrointestinais, afetar a taxa de passagem, a excreção de endógenos e a degradação microbiana.

Fatores relacionados ao cultivo, como condições do solo e variedade da planta, bem como os tipos de processamento a que são submetidos podem influenciar na composição química dos alimentos e consequentemente nos valores energéticos, provocando assim diferenças nos valores de energia metabolizável (NUNES et al., 2008).

Deste modo, frente a interferências de fatores externos sobre o valor nutricional dos alimentos, principalmente de coprodutos, torna-se necessário melhorar as estimativas das médias dos nutrientes e da energia metabolizável nas formulações de rações para aves (AUGUSTINI et al., 2015); pois a energia metabolizável é a melhor forma para expressar a energia disponível e comumente utilizada nos cálculos do valor nutricional de rações para aves (NUNES et al., 2008).

As aves possuem baixo aproveitamento dos compostos fibrosos (JORGENSEN et al., 1996). Isso está relacionado com as características do seu sistema digestivo, e da fibra, como a qualidade, quantidade e interações nutricionais que afetam a metabolização dos nutrientes (COSTA et al., 2009) e a eficiência de utilização da energia metabolizável (WARPECHOWSKI et al., 2002). Desse modo, a fibra é considerada como um fator limitante

da dieta por comprometer a ingestão voluntária e o aproveitamento dos nutrientes dos alimentos.

A fibra constituinte dos alimentos de origem vegetal pode ser classificada de acordo com sua estrutura, em polissacarídeos amiláceos, polissacarídeos não-amiláceos (PNAs) (celulose, arabinosilano, beta-glucanos, pectinas) e não carboidratos (como lignina, ácidos graxos, ceras e proteína, constituintes da parede celular dos vegetais) (BACH-KNUDSEN, 2001); e de acordo com sua solubilidade em água, em fibras solúveis (pectinas, algumas hemiceluloses, gomas e mucilagens) e insolúveis (celulose, hemicelulose e lignina) (ARAÚJO et al., 2008).

Os efeitos causados pela fração fibrosa presente na dieta irão depender das características da fibra, como fonte, composição, nível de inclusão, e de suas propriedades físico químicas. Dependendo do tipo de fibra o desenvolvimento e a integridade do trato gastrintestinal e a utilização de nutrientes pelas aves podem ser influenciados (MORENO et al., 2010).

Os PNAs possuem capacidade de se ligar a grandes quantidades de água, aumentando a viscosidade da dieta. Assim a ação das enzimas digestivas sobre os nutrientes é diminuída, o que pode comprometer a digestão dos alimentos e absorção de nutrientes, além de interferir na microbiota intestinal e nas funções fisiológicas do intestino (CHOCT et al., 2004).

Souza et al. (2014) verificaram que frangos de corte alimentados com dietas contendo bagaço de mandioca apresentaram desempenho inferior comparados aos frangos mantidos com dietas à base de milho e farelo de soja. Com a suplementação enzimática os animais apresentaram desempenho superior na fase inicial, enquanto na fase de 22 a 40 dias de idade não apresentaram diferença.

Ferreira et al. (2014) recomendaram a inclusão de até 5,1% da raspa de mandioca em dietas devidamente balanceadas para frangos de corte, de 1 a 21 dias de idade, sem que o desempenho animal seja comprometido.

Picoli et al. (2014), trabalhando com a inclusão do RSF na dieta de frangos de corte de crescimento lento, observaram o comprometimento do desempenho dos frangos no período de 21 a 79 dias de idade. De acordo com os autores, a utilização de até 2% do RSF é capaz de manter os índices produtivos das aves.

Segundo Costa et al. (2007); Souza et al. (2011) e Ferreira et al. (2012), embora o alto teor de fibra presente nos resíduos de mandiocas possa limitar o bom aproveitamento dos nutrientes pelos animais não ruminantes, este ingrediente deve ser avaliado na alimentação das aves por reduzir o uso de milho nas rações e com isso o custo das dietas.

## 2.4 Utilização de carboidrases

A suplementação de carboidrases nas dietas para não ruminantes tem sido alvo de muitas pesquisas, e seu emprego tornou-se prática rotineira nas fábricas de rações nos últimos anos. Tais produtos agem promovendo a hidrólise dos componentes dos alimentos, tornando os nutrientes mais disponíveis para a absorção (CEFÉ et al., 2011).

As enzimas são destinadas a um composto ou substrato específico, cuja estrutura deve se encaixar de forma que os centros ativos coincidam perfeitamente. Esse processo é comparado à relação entre chave e fechadura, pois cada substrato possui enzima específica capaz de abrir caminhos para sua transformação (LESLIE et al., 2007).

As enzimas atuam em substratos específicos, por isso, sua ação catalítica depende de alguns fatores como variação do pH, umidade, temperatura e da presença de coenzimas no local onde ocorre a reação (YU E CHUNG, 2004). A ativação da enzima na dieta das aves depende também das condições fisiológicas do trato digestivo. Além disso, sua atividade tem de ser relativamente alta para compensar o tempo de passagem da digesta, que é consideravelmente curto (THACKER e BAAS, 1996).

As enzimas exógenas dividem-se em dois grupos: enzimas destinadas a complementar quantitativamente as enzimas digestórias endógenas dos animais (proteases, amilases e lipases) e enzimas que não são sintetizadas endogenamente ( $\beta$ -glucanase, pentosanase,  $\alpha$ -galactosidases e fitases). O uso dessas enzimas em rações para animais não ruminantes melhora significativamente a digestibilidade e disponibilidade dos nutrientes, reduzindo sua excreção no ambiente.

Os fatores antinutricionais são assim denominados por não serem totalmente degradados pelas enzimas digestivas no trato gastrointestinal do animal. Em tais casos, qualquer processo que vise reduzir as concentrações de fatores antinutricionais irá melhorar o desempenho e facilitar a formulação de rações para os nutricionistas. Nessas circunstâncias que as enzimas exógenas podem ser benéficas, complementando aquelas enzimas que estão presentes no trato digestivo em um nível que é eficaz, ou proporcionando a capacidade hidrolítica que está totalmente ausente (BEDFORD e SCHULZE, 1998).

Carboidrases têm sido utilizadas para melhorar o valor nutricional de ingredientes ricos em PNAs solúveis, responsáveis por induzir a viscosidade das dietas (OLUKOSI et al., 2007). A ação enzimática reduz a viscosidade do conteúdo digestivo pela transformação de PNAs em pequenas unidades, que assim perdem a sua capacidade de retenção de água. Deste modo a ação enzimática endógena sobre o conteúdo intestinal é mais eficaz, havendo melhora na

capacidade de digestão dos nutrientes, aumento na velocidade de trânsito intestinal e redução da quantidade de água nas fezes (YU E CHUNG, 2004).

De acordo com Hong et al. (2002) a utilização de um complexo enzimático, composto por xilanase, amilase e protease, foi responsável por melhorar a digestibilidade de uma dieta à base de milho e farelo de soja para patos. Marsman et al. (1997) reportaram melhora na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte alimentados com uma dieta a base de milho e farelo de soja suplementada com carboidrases. Os efeitos positivos das enzimas são sugeridos devido ao aumento da digestibilidade de nutrientes em pintos na fase inicial, bem como a digestão de PNAs solúvel e insolúvel (OLUKOSI et al., 2007).

A enzima amilase é eficiente em aumentar a digestibilidade do amido dos alimentos (YU E CHUNG, 2004). As enzimas xilanase e  $\beta$ -glucanase, praticamente ausentes no trato gastrointestinal das aves, possuem afinidade por PNAs insolúveis, podendo provocar uma resposta positiva no desempenho de frangos de corte (BEDFORD e SCHULZE, 1998).

Em estudo realizado por Midau et al. (2011), estes observaram melhora da digestibilidade da fibra e redução dos efeitos antinutricionais da casca de mandioca no desempenho de frangos de corte alimentados com casca de mandioca suplementados com enzimas.

Avaliando os efeitos da suplementação de enzimas sobre o desempenho de galinhas poedeiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de farinha de folhas de mandioca, Zanu et al. (2013) concluíram que tal alimento pode ser incluído em até 10% na dieta das aves sem quaisquer efeitos deletérios.

Silva et al. (2000) observaram efeito positivo no desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com 5,17% de farinha de folhas de mandioca. A adição de complexo enzimático foi responsável por melhorar a disponibilidade de energia metabolizável aparente e corrigida pelo balanço de nitrogênio, bem como seus coeficientes.

Muitos resultados sobre o uso de carboidrases nas dietas para aves são satisfatórios, vários trabalhos evidenciam melhorias na digestibilidade e no desempenho dos animais quando são adicionados às rações formuladas tanto com os ingredientes convencionais como milho e o farelo de soja, como, também, quando são utilizados ingredientes alternativos. Contudo, atenção deve ser dada sobre qual enzima utilizar, levando em conta os substratos-alvo presentes na dieta, para que possam agir de forma eficiente.

## 2.5 Referências bibliográficas

AGUSTINI, M. A. B., NUNES, R. V., DA SILVA, Y. L. et al. Coeficiente de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de diferentes cultivares de milho para aves. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.1091-1098, 2015.

ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J. R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, p.50-56, 2005.

ARAÚJO, D.M.; SILVA, J.H.V.; MIRANDA, E.C. et al. Farelo de trigo e complexo enzimático na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.843-848, 2008.

BACH-KNUDSEN, K. E. The nutritional significance of dietary fibre analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, p.3-20, 2001.

BEDFORD, M. R.; SCHULZE, H. Exogenous enzymes for pigs and poultry. **Nutrition Research Reviews**, v.11, n.01, p.91-114, 1998.

CAFÉ, M. B.; GOMES, N. A., DE MORAES JARDIM FILHO, R. Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milho e complexo enzimático. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.3, p.280-286, 2011.

CALDAS NETO, S. F.; ZEOULA L. M.; BRANCO A. F. et al. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: Digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2099-2108, 2000.

CEREDA, M. P. Processamento da mandioca como mecanismo de detoxificação. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosos amiláceos**. São Paulo: 3.ed. Fundação Cargill, 2003. p.47-81

CHOCT, M.; KOCHER A.; WATERS D. L. E. et al. A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.92, p.53-61, 2004.

COSTA, F. G. P.; OLIVEIRA, C. F. S.; BARROS, L. R. et al. Valores energéticos e composição bromatológica dos feno de jureminha, feijão bravo e maniçoba para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.813-817, 2007.

COSTA, F. G. P.; GOULART, C. C.; COSTA, J. S.; et al. Desempenho, qualidade de ovos e análise econômica da produção de poedeiras semipesadas alimentadas com diferentes níveis de raspa de mandioca. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.31, n.1, p.13-18, 2009.

FERREIRA, A. H. C.; LOPES, J. B.; ABREU, M. L. T. et al. Raspa integral de mandioca para frangas de um a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.1, p.160-172, 2012.

FERREIRA, A. H. C., LOPES, J. B., ABREU, M. L. T. D. et al. Whole scrapings of cassava root in diets for broilers from 1 to 21 days of age. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.36, n.4, p.357-362, 2014.

GERALDO, A.; GOMES, K. R. A.; FASSANI, É. J. et al. Carbohydrase and phytase supplementation in diets for semi-heavy laying hens. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.36, n.3, p.285-290, 2014.

HANSON, M. N. **Effects of exogenous enzymes and direct-fed microbial on broiler performance and nutrient digestibility when fed variable inclusions of soy products**. 2014. MSc. Thesis, Iowa State University Ames, Iowa.

HILL, D. C. Chronic cyanide toxicity in domestic animals. IN: NOSTEL, B.; MAC INTYRE, R. (ed.). Chronic cassava toxicity. **Proc. Interdisciplinary workshop**. London, p. 105-111, 1973.

HONG, D., H. BURROWS.; O. ADEOLA. Addition of enzymes to starter and grower diets for ducks. **Poultry Science**, v.81, p.1842–1849, 2002.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: [http://186.228.51.37/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008\\_2009\\_medidas/pof\\_medidas.pdf](http://186.228.51.37/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_medidas/pof_medidas.pdf). Acesso em: 06/ 09 2014.

JORGENSEN, H.; ZHAO, X. Q.; KNUDSEN, K. E. B. et al. The influence of dietary fiber source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.379-395, 1996.

KHEMPAKA, S.; MOLEE, W.; GUILLAUME, M. Dried cassava pulp as an alternative feedstuff for broilers: Effect on growth performance, carcass traits, digestive organs, and nutrient digestibility. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.18, n.3, p.487-493, 2009.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Extração da fécula retida no resíduo fibroso do processo de produção de fécula de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.1, 2000.

LESLIE, M. A.; MORAN, E. T. J.; BEDFORD, M. R. The effect of phytase and glucanase on the ileal digestible energy of corn and soybean meal fed to broilers. **Poultry Science**, v.86 p.2350-2357, 2007.

LORENZI, J. O. **Mandioca**. CATI: Campinas, 2003. p.116. (Boletim Técnico, 245).

MARQUES, J. A.; CALDAS NETO, S. F. **Mandioca na alimentação animal: parte aérea e raiz**. Campo Mourão: Centro integrado de Ensino Superior. 2002. p.28.

MARSMAN, G. J. P. H.; GRUPPEN, A. F. B.; VAN DER POEL, R. P. et al. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chyme characteristics in broiler chicks. **Poultry Science**, v.76, p.864–872, 1997. 1997.

MIDAU, A.; AUGUSTINE, C.; YAKUBU, B. et al. Performance of broiler chicken fed enzyme supplemented cassava peel meal based diets. **International Journal of Sustainable Agriculture**, v.3, n.1, p.1-4, 2011.

MORENO, J. E.; ALVARADO, G. J.M.; GONZALEZ-SANCHEZ, D. et al. Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. **Poultry Science**, v.89, p.2197-2212, 2010.

NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C. et al. Coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de diferentes ingredientes para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.89-94, 2008.

OLUKOSI, O. A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, v.86, n.1, p.77-86, 2007.

PANDEY, A.; SOCCOL, C. R.; NIGAM, P. et al. Biotechnological potencial of agroindustrial residue II: cassava bagasse. **Bioresource Technology**, v. 74, p. 81-87, 2000.

PICOLI, K. P.; MURAKAMI, A. E.; NUNES, R. V. et al. Cassava starch factory residues in the diet of slow-growing broilers. **Tropical Animal Health and Production**, v.46, n.8, p.1371-1381, 2014.

SANT'ANA, A. F.; DOMENE, S. M. A. Teores de glicosídeos cianogênicos em derivados de mandioca determinados por protocolo adaptado ao laboratório de micronutrientes. XIII ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA PUC, CAMPINAS, **Anais...** ISSN 1982-0178, 2008.

SILVA, H. O.; FONSECA, R. D.; GUEDES FILHO, R. D. S. Características produtivas e digestibilidade da farinha de folhas de mandioca em dietas de frangos de corte com e sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.823-829, 2000.

SILVA, R. R.; SILVA, V.; SILVA, F.F.; et al. Resíduo de mandioca na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinária**, v.1, n.10, 2005.

SILVEIRA, R. N.; BERCHIELLI, T. T.; FREITAS, D. et al. Fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana-de açúcar ensilados com polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p. 793-801, 2002.

SOUSA, J. P. L., RODRIGUES, K. F., ALBINO, L. F. T. et al. Bagaço de mandioca com ou sem complexo enzimático em dietas de frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.63, n.244, p.657-664, 2014.

SOUZA, K. M. R.; CARRIJO, A. S.; KIEFER, C. et al. Farelo de raiz integral de mandioca em dietas de frangos de corte tipo caipira. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.231, p.489-499, 2011.

SOUZA, T. S. C.; FIORDA, F. A.; MOURA, C. M. et al. Propriedades funcionais tecnológicas de farinhas pré-gelatinizadas de bagaço e fécula de mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 63., 2013, Pernambuco. **Anais...** São Paulo: SBPC/UFSC, 2013.

SBM- SOCIEDADE BRASILEIRA DE MANDIOCA. 2015. Disponível em: [http://www.sbmandioca.org/pagina.php?id\\_menu\\_int=6&id\\_texto\\_int=80](http://www.sbmandioca.org/pagina.php?id_menu_int=6&id_texto_int=80). Acesso em: 06/05/2015.

THACKER, P. A.; BAAS, T. C. Effects of gastric pH on the activity of exogenous pentosanase and the effect of pentosanase supplementation of the diet on the performance of growing-finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.23, p.205-225, 1996.

União Brasileira de Avicultura - UBABEF. Relatório anual. Disponível em: <[http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/732e67e684103de4a2117dda9ddd280a .pdf](http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/732e67e684103de4a2117dda9ddd280a.pdf)>. Acesso em: 05/03/2015.

WARPECHOWSKI, M. B.; CIOCCA, M. L. S. Effect of dietary insoluble fiber on retention of solid and liquid phases of digest of intact, cecectomized and ileum fistulated broiler. In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION MEETING, 91., 2002, **Proceedings...** Newark, 2002. p. 76.

YU, B. I.; CHUNG, T. K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, p.178-182, 2004.

ZANU, H. K.; KAGYA-AGYEMANG, J. K.; AVUKPOR, C. M. Effects of enzyme (Xzyme) supplementation on the performance of laying hens fed diets containing different levels of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) leaf meal. **Journal of Animal and Feed Research**, v.3, n.1, p.9-14, 2013.

### 3. DETERMINAÇÃO DOS VALORES ENERGÉTICOS E DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO RESÍDUO SECO DE FECULARIA

**Resumo** – O objetivo do trabalho foi determinar os valores energéticos e a composição química do resíduo seco de fecularia (RSF) para frangos de corte. Foram utilizadas 160 aves da linhagem Cobb 500, de 14 a 24 dias de idade, 50% machos e 50% fêmeas. Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 2x5, constituídos de dois sexos e cinco níveis de inclusão do RSF (0; 10; 20; 30 e 40%), totalizando dez tratamentos e quatro repetições, com quatro aves por unidade experimental. O período experimental teve duração de dez dias, sendo cinco dias de adaptação e cinco de coleta de excretas, tendo sido realizadas duas coletas ao dia. Posteriormente as amostras de excretas, rações e RSF foram secas em estufas de circulação forçada de ar a 55°C, 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 e magnésio. A composição bromatológica para o RSF foi de 89,86% de MS, 0,98% de PB, 3519 kcal kg<sup>-1</sup> de EB, 0,19% de EE, 27% de FDN, 19,5% de FDA, 0,33% de cálcio, 0,43% de fósforo, 0,46% de potássio, 0,12% de magnésio, na matéria natural. Os valores médios de energia metabolizável aparente (EMA), EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA<sub>n</sub>), coeficiente da EMA (CMA) e coeficiente da EMA<sub>n</sub> (CMA<sub>n</sub>) do RSF, na matéria natural, foram de 1598 kcal kg<sup>-1</sup>, 1605 kcal kg<sup>-1</sup>, 45,42% e 45,61%, conforme metodologia proposta por Matterson et al. (1965), respectivamente. De acordo com o outro método analisado (ADEOLA, 2000), o valor de EMA<sub>n</sub> encontrado pode variar de 1789 kcal kg<sup>-1</sup> a 1808 kcal kg<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** avicultura, coproduto, metabolismo, nutrição.

## **DETERMINATION OF ENERGY VALUES AND CHEMICAL COMPOSITION OF DRY RESIDUE OF CASSAVA**

**Abstract** – The objective was to determine the energy values and the chemical composition of dry residue of cassava (DRC) for broiler chickens. For that 160 Cobb 500 birds from 14 to 24 days old were used, 50% males and 50% females. The treatments were distributed in a completely randomized design in a 2x5 factorial arrangement, with two sexes and five levels of inclusion of RDC (0, 10, 20, 30 and 40%), totaling ten treatments and four replicates, with four birds each. The experimental period lasted ten days, five days of adaptation and five excreta collection, in which two collections a day were carried out. Subsequently the samples of excreta, feed and DRC were dried in forced circulation greenhouses air at 55 °C, subjected to analysis of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), gross energy (GE), neutral detergent fiber (FND), acid detergent fiber (ADF), calcium, phosphorus, potassium and magnesium. The chemical composition for the DRC was 89.86% DM, 0.98% CP, 3519 kcal kg<sup>-1</sup> EB, 0.19% EE, 27% NDF, 19.5% ADF, 0.33% calcium, 0.43% phosphorus, 0.46% potassium and 0.12% magnesium, in the natural matter. The mean values of apparent metabolizable energy (AME), AME corrected for nitrogen balance (AMEn) AME coefficient (CAME) and coefficient of AMEn (CAMEn) of DRC in natural matter were 1598 kcal kg<sup>-1</sup>, 1605 kcal kg<sup>-1</sup>, 45.42% and 45.61%, according to the methodology proposed by Matterson et al. (1965), respectively. According to another analysis method (ADEOLA, 2000), the AMEn value found may vary from 1789 kcal kg<sup>-1</sup> to 1808 kcal kg<sup>-1</sup>.

**Keywords:** poultry, coproduct, metabolism, nutrition.

### 3.1 Introdução

A nutrição é um fator importante da cadeia produtiva avícola ao considerarmos que 70% dos custos da produção advêm da alimentação. Por isso, é emergente a busca por alimentos alternativos que possam substituir tradicionais *comodities* utilizadas na alimentação das aves.

O milho, principal alimento energético das rações para não ruminantes, possui grande variação de preço ocorrida nos períodos de entressafra, secas e demanda para alimentação humana, podendo assim representar um entrave para os avicultores (FERREIRA et al., 2014). A utilização de alimentos alternativos, como a mandioca e seus resíduos ou coprodutos, é uma forma de reduzir custos de produção, no entanto, não interferindo no desempenho do animal.

A massa de fecularia, resultado da prensagem da mandioca para extração da fécula na indústria por via úmida, quando desidratada, forma um coproduto com elevado teor de matéria seca, denominado resíduo seco de fecularia (RSF). Ingrediente rico em energia, no entanto com alto teor de fibra, pobre em proteína, vitaminas e minerais (ALMEIDA; FERREIRA FILHO, 2005).

Neste contexto, determinar a composição química e energética desses ingredientes alternativos tem se tornado essencial para obtenção de dietas nutricionalmente balanceadas e com custo de produção mínimo. O valor biológico dos alimentos pode ser variável, decorrente das diferentes condições de cultivo da planta e aos métodos de processamento aos quais foram submetidas (NUNES et al., 2015).

Estimar o valor da energia metabolizável (EM) para os alimentos como os coprodutos, que possuem maior variação, é importante, principalmente ao considerar que este valor é o que melhor representa a quantidade de energia disponível nos alimentos para as aves (NUNES et al., 2008).

A determinação dos valores de EM pode ser realizada por vários métodos, entre eles o de coleta total de excretas. Contudo, a variação na avaliação nutricional dos alimentos pode sofrer interferência de vários fatores, como a idade, sexo das aves, níveis de inclusão do alimento e a metodologia utilizada em ensaios de metabolismo (KUNRATH et al., 2010).

Diante disso, este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a composição nutricional, os valores energéticos e seus respectivos coeficientes de digestibilidade, de diferentes níveis do resíduo seco de fecularia nas dietas de frangos de corte machos e fêmeas.

### 3.2 Material e métodos

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia e Metabolismo de Aves da Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE, *campus* de Marechal Cândido Rondon, Paraná - Brasil. O resíduo seco de fecularia (RSF) foi adquirido em indústrias localizadas na região do Oeste do Paraná.

Ao todo foram utilizadas 160 aves da linhagem Cobb 500, machos e fêmeas com 14 a 24 dias de idade. As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 2x5, constituído de dois sexos e cinco níveis de inclusão do RSF (0; 10; 20; 30 e 40%), totalizando dez tratamentos e quatro repetições. A dieta referência foi formulada à base de milho e farelo de soja, de acordo com as recomendações propostas por Rostagno et al. (2011), afim de atender às exigências da fase.

As análises químicas do RSF foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UNIOESTE, onde foram determinados os valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cálcio, fósforo, potássio e magnésio, de acordo com as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002).

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio ( $EMA_n$ ) dos alimentos foram determinados pelo método de coleta total de excretas, com pintos em crescimento (SIBBALD E SLINGER, 1963).

De 1 a 13 dias de idade as aves foram criadas no Aviário Experimental da UNIOESTE, sobre piso com cama de maravalha, recebendo uma ração inicial formulada à base de milho e farelo de soja, e ração e água à vontade até os 13 dias de idade. Aos 14 dias, as aves foram transferidas para as gaiolas de metabolismo.

O período experimental apresentou duração de dez dias, com cinco dias de adaptação e cinco de coleta de excretas, a qual foi realizada duas vezes ao dia, com um intervalo de 12 horas, para evitar fermentações. No período de coleta, as bandejas foram revestidas com plástico e colocadas sob as gaiolas para evitar perdas e contaminações. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Ao término do período experimental foram determinados o consumo de ração e a quantidade total de excretas produzidas em cada unidade experimental. Posteriormente, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas e pesadas. Uma amostra de peso conhecido de cada unidade experimental foi pré-seca em estufa de ventilação forçada, a  $55^{\circ}\text{C}$  por 72h, para a determinação da matéria seca parcial. Após a pré-secagem as amostras foram moídas e

as análises de matéria seca (MS), energia bruta (EB), nitrogênio (N) e cinza ácida insolúvel (CAI) foram realizadas.

Com base nos resultados das análises, os valores de EMA e EMA<sub>n</sub> foram calculados utilizando as equações propostas por Matterson et al. (1965). Após a determinação dos valores de EM foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta para o alimento teste. Utilizando o método proposto por Adeola (2000) foram estimados os valores médios da EMA<sub>n</sub> do RSF por meio da equação de regressão linear, para posterior comparação entre os valores de EMA<sub>n</sub> do RSF.

Como procedimento estatístico foi realizada análise de variância e posterior regressão polinomial entre os níveis de inclusão, excluindo a ração basal (0% de RSF). As análises estatísticas dos valores energéticos e dos coeficientes de metabolizabilidade foram realizadas utilizando o programa SAEG - Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997).

### 3.3 Resultados e discussão

De acordo com Oms (2009), a composição química, o valor nutricional dos alimentos e a digestibilidade dos nutrientes podem variar de acordo com as condições ambientais, tipos de cultivares e, principalmente, pelos tipos de processamentos em que foram submetidos (Tabela 1). Isso explica a grande variação nos resultados encontrados na literatura.

Tabela 1. Caracterização nutricional do resíduo seco de feccularia, na matéria natural

Composição	Resíduo seco de feccularia
Matéria Seca (%)	89,86
Proteína Bruta (%)	0,98
Energia Bruta (kcal kg <sup>-1</sup> )	3519
Extrato Etéreo (%)	0,19
Fibra em Detergente Neutro (%)	27,00
Fibra em Detergente Ácido (%)	19,5
Cálcio (%)	0,33
Fósforo (%)	0,43
Potássio (%)	0,46
Magnésio (%)	0,12

O alto teor de MS do RSF é resultado da desidratação do resíduo da mandioca, e um parâmetro importante e muito favorável para facilitar o armazenamento e prolongar a vida de prateleira do coproduto, tornando-o viável para utilização na alimentação animal (EMMANUEL et al., 2012).

A variação nos valores de PB pode estar relacionada com a quantidade de amido presente no resíduo durante o processamento para extração da fécula. Segundo Emmanuel et al. (2012) estas variações também são causadas pelas diferenças entre as variedades das plantas.

O alto conteúdo de FDN encontrado no RSF, quando comparado ao milho que possui aproximadamente 12% de FDN (ROSTAGNO et al., 2011), é um fator que pode interferir na taxa de passagem dos alimentos ou prejudicar a ação enzimática durante o processo de digestão e, assim, afetar negativamente o aproveitamento dos nutrientes (KRÁS et al., 2013).

O valor de EB do RSF é semelhante ao encontrado para o milho ( $3925 \text{ kcal kg}^{-1}$ ) segundo Rostagno et al. (2011). Os teores energéticos podem ser influenciados pelas características da fibra solúvel do grão e viscosidade, dificultando assim a digestão, e características bromatológicas, relacionadas ao teor de nutrientes encontrados no alimento (NUNES et al., 2005; BRITO et al., 2008; LASEK et al., 2011).

O EE e a fibra são variáveis que podem afetar o conteúdo energético dos alimentos, enquanto o EE apresenta correlação positiva, a fibra tem correlação negativa. A energia da dieta é afetada negativamente por altos teores de fibras da dieta, que podem causar aumento da velocidade de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal (SANTOS et al., 2005).

Não houve interação ( $P < 0,05$ ) entre a inclusão do RSF e a diferenciação entre os sexos das aves na determinação dos valores energéticos e coeficientes de metabolizabilidade (Tabela 2).

A diferenciação entre os sexos, machos e fêmeas, não refletiu em diferença ( $P > 0,05$ ) nos valores de EMA,  $EMA_n$  e seus respectivos coeficientes de metabolizabilidade. Segundo D'Agostini et al. (2004) e Ravindran et al. (2004), o efeito do sexo é um fator que pode interferir nos valores de energia, no entanto, esta diferença não foi observada neste trabalho. Isso pode estar relacionado à idade das aves, visto que aves na fase de crescimento possuem o trato digestivo desenvolvido, havendo assim melhor capacidade de aproveitamento dos nutrientes e da energia dos alimentos (MELLO et al., 2009).

Tabela 2. Médias dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA<sub>n</sub>) e os coeficientes metabolizável aparente (CMA) e CMA corrigido pelo balanço de nitrogênio (CMA<sub>n</sub>) para os diferentes níveis de inclusão do resíduo seco de feccularia, na matéria natural

Inclusão (%)	EMA (kcal kg <sup>-1</sup> )	EMA <sub>n</sub> (kcal kg <sup>-1</sup> )	CMA	CMA <sub>n</sub>
10	1296	1296	36,83	36,84
20	1587	1582	45,16	45,01
30	1753	1758	49,81	49,96
40	1758	1783	49,88	50,62
Macho	1598	1608	45,40	45,71
Fêmea	1599	1602	45,44	45,51
Média	1598	1605	45,42	45,61
CV (%)	7,86	7,47	7,84	7,43
Inclusão	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Sexo	0,975	0,873	0,975	0,868
Sexo x Inclusão	0,960	0,985	0,969	0,989
Linear	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Quadrática	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Equações de regressão polinomial				
EMA	EMA = 853,242 + 51,2547RSF - 0,714833RSF <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> = 0,75)			
EMA <sub>n</sub>	EMA <sub>n</sub> = 870,723 + 48,8660RSF - 0,649686RSF <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> = 0,78)			
CMA	CMA = 24,1471 + 1,47035RSF - 0,0206456RSF <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> = 0,74)			
CMA <sub>n</sub>	CMA <sub>n</sub> = 24,6442 + 1,40241RSF - 0,01879331RSF <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> = 0,77)			

Os níveis de inclusão do RSF afetaram (P<0,05) os valores de EMA, EMA<sub>n</sub> e seus respectivos coeficientes de metabolizabilidade. Os valores da EMA e EMA<sub>n</sub> foram semelhantes, no entanto, a EMA<sub>n</sub> apresentou-se superior a partir do nível de 30% de inclusão do RSF, indicando a ocorrência da retenção negativa de nitrogênio pelas aves, isto é, excreção de nitrogênio maior que a sua ingestão (McDONALD, 1993).

Os valores energéticos podem ser influenciados pela composição química dos ingredientes, pois a energia é produzida através da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo.

Os altos teores de fibra da dieta, decorrentes do aumento dos níveis de inclusão do RSF, podem interferir nos valores energéticos dos alimentos. Isso se deve à presença de PNAs, responsáveis por afetar negativamente a digestão dos nutrientes, ocasionando redução na absorção dos nutrientes e diminuindo assim o valor energético dos alimentos (SMITS e ANNISON, 1996).

De acordo com Picoli et al. (2014) a qualidade e o teor da fibra e dos PNAs ingeridos podem agir no metabolismo das aves afetando o desenvolvimento e a integridade da mucosa

intestinal, provocando perdas endógenas de nutrientes, resultando assim nas diferenças dos valores de EMA e EMA<sub>n</sub>.

Contudo, segundo Lopez e Leeson (2008), as diferenças entre os valores de EMA e EMA<sub>n</sub> podem ser mais discrepantes quando trabalha-se com alimentos proteicos e com aves jovens, fase onde a deposição muscular é maior ocorrendo uma maior retenção de nitrogênio.

Os valores de EMA e EMA<sub>n</sub> foram influenciados pelos níveis de inclusão do RSF, comportando-se de forma quadrática, e o nível de inclusão do RSF que representa o ponto máximo foram de 35,85% e 37,60%, respectivamente, sendo que a quantidade de energia predita para estes níveis foi de 1772 e 1790 kcal kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Através dos resultados, pode-se inferir que ocorreu a catabolização do nitrogênio corporal até ácido úrico, resultando no balanço negativo em aves adultas, pois nestes níveis de inclusão, embora tenha ocorrido um acréscimo nos valores de EMA, os valores de EMA<sub>n</sub> foram superiores (SIBBALD e PRICE, 1978; SILVA et al., 2009).

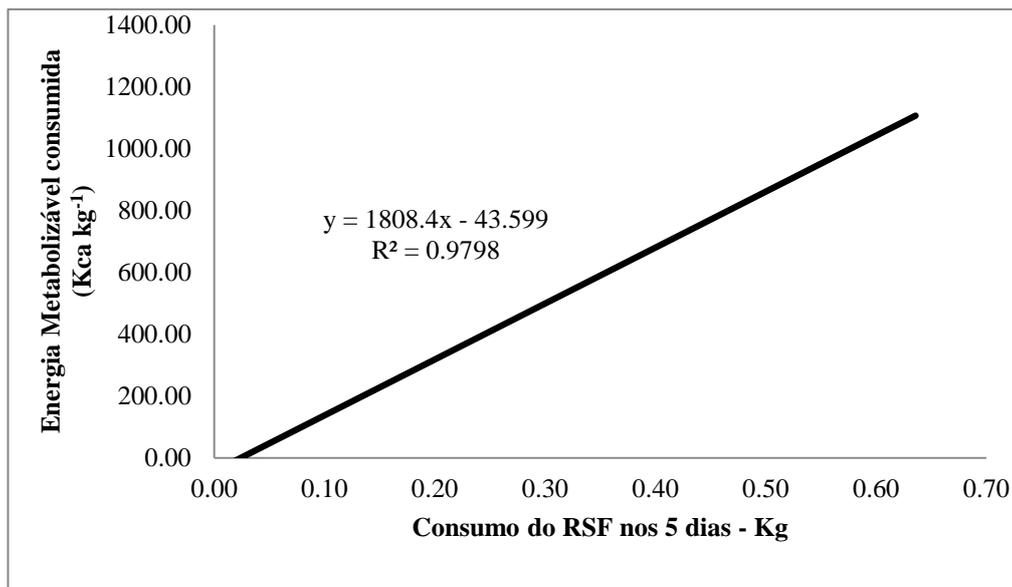
Isso pode ser relacionado à quantidade e às características da fibra do RSF, responsáveis por afetar negativamente a digestão e o aproveitamento de nutrientes (WENK, 2001). Os PNAs possuem características viscosas que podem afetar a morfologia da parede do intestino delgado causando danos na mucosa (STANOGLIAS e PEARCE, 1985), provavelmente interferindo nos processos digestivos e de absorção devido a agressão causada ao intestino.

Os valores de CMA e CMA<sub>n</sub> também foram influenciados pelos níveis de inclusão do RSF, comportando-se de forma quadrática, e o nível de inclusão do RSF que representa o ponto máximo é de 35,61% e 37,31%.

Os valores dos coeficientes de metabolizabilidade encontrados na literatura são muito variados, principalmente na avaliação de coprodutos, pois estes tendem a ser afetados pelos processamentos utilizados para sua geração, como a desidratação, bem como por fatores ligados à composição química e qualidade dos nutrientes contidos no alimento (LIRA et al., 2011).

De acordo com o método proposto por Adeola (2000), para obter a EMA<sub>n</sub> do RSF foi estimada a inclinação da relação linear entre o consumo de EMA<sub>n</sub> vs o consumo de RSF (Figura 1), resultando na equação  $y = 1808,4 * \text{RSF} - 43,6$  ( $R^2 = 0,98$ ).

Os resultados encontrados na determinação da EMA<sub>n</sub> foram muito semelhantes, pois enquanto, pelo método de Matterson et al. (1965), o valor máximo de EMA<sub>n</sub> com inclusão de 37,6% do RSF foi de 1789 kcal kg<sup>-1</sup>, de acordo com o método de Adeola o valor para EMA<sub>n</sub> encontrado foi de 1808 kcal kg<sup>-1</sup>.



**Figura 1** - Equação de regressão da energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio ( $EMA_n$ ) do RSF, obtido a partir da  $EMA_n$  ( $kcal\ kg^{-1}$ ) consumida vs. o consumo de resíduo seco de fecularia (RSF) (kg).

De acordo com Kunrath et al. (2010), o método utilizado para estimar o valor nutricional dos ingredientes na alimentação animal pode influenciar nos resultados. Dessa maneira, a análise de regressão da  $EMA_n$  através do método proposto por Adeola (2000) permite a obtenção de um valor aproximado e mais preciso da  $EMA_n$  do RSF, evitando que este valor seja obtido simplesmente através de uma média dos valores gerais da  $EMA_n$ .

### 3.4 Conclusão

A composição bromatológica para o RSF foi de 89,86% de MS, 0,98% de PB, 3519  $kcal\ kg^{-1}$  de EB, 27% de FDN, na matéria natural. Os valores médios de  $EMA$ ,  $EMA_n$ ,  $CMA$  e  $CMA_n$  para o RSF foram de 1598  $kcal\ kg^{-1}$ , 1605  $kcal\ kg^{-1}$ , 45,42% e 45,61%, respectivamente, na matéria natural. De acordo com a metodologia de Adeola (2000), o valor de  $EMA_n$  encontrado pode variar de 1789  $kcal\ kg^{-1}$  a 1808  $kcal\ kg^{-1}$ .

### 3.5 Referências bibliográficas

ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A.J. and SOUTHERN, L.L., (Eds) **Swine Nutrition**. 2 ed. CRC Press, Washington: DC, 2000. p.903–916.

ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J. R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, p.50-56, 2005.

BRITO, M. S.; OLIVEIRA, C. F. S.; SILVA, T. R.G. et al. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos: revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.

D'ADOSTINI, P., GOMES, P. C., ALBINO, L. F. T. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.128–134, 2004.

EMMANUEL, O. A.; CLEMENT, A.; AGNES, S. B. et al. Chemical composition and cyanogenic potential of traditional and high yielding CMD resistant cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties. **International Food Research Journal**, v.19, n.1, p.175-181, 2012.

FERREIRA, A. H. C., LOPES, J. B., ABREU, M. L. T. D. et al. Whole scrapings of cassava root in diets for broilers from 1 to 21 days of age. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.36, n.4, p.357-362, 2014.

KUNRATH, M. A.; KESSLER, A. M.; RIBEIRO, A. M. L. et al. Metodologias de avaliação do valor nutricional do farelo de arroz desengordurado para suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.10, p.1172-1179, 2010.

KRÁS, R.V.; KESSLER, A.M.; RIBEIRO, A.M.L. et al. Effect of dietary fiber and genetic strain on the performance and energy balance of broiler chickens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.15, n.1, p.15-20, 2013.

LASEK, O.; BARTECZKO, J.; AUGUSTYN, R. et al. Nutritional and energy value of wheat cultivars for broiler chickens. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.20, p.246-258, 2011.

LIRA, R. C.; RABELLO, C. B. V.; SILVA, E. P. et al. Chemical composition and energy value of guava and tomato wastes for broilers chickens at different ages. **Brazilian Journal of Animal Science**, v.40, p.1019-1024, 2011.

LOPEZ G.; LEESON, S. Assessment of the nitrogen correction factor in evaluating metabolizable energy of corn and soybean meal in diets for broilers. **Poultry Science**, v.87, n.2, p.298-306, 2008.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, 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.

MELLO, H. H. DE C.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.863-868, 2009.

McDONALD, P. Evaluation of foods (D) protein. **Animal Nutrition**. 4 ed. Zaragoza: Acríbia, 1993. p.29-57.

NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; NUNES, C. G. V. et al. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1217-1224, 2005.

NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C. et al. Coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de diferentes ingredientes para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.89-94, 2008.

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

OMS, G.A. Factors affecting wheat nutritional value for broiler chickens. 2009. Tese Wageningen University, Madrid, Spain.

PICOLI, K. P.; MURAKAMI, A. E.; NUNES, R. V. et al. Cassava starch factory residues in the diet of slow-growing broilers. **Tropical Animal Health and Production**, v.46, n.8, p.1371-1381, 2014.

RAVINDRAN, V.; WU, Y. B.; HENDRIKS, W. H. Effects of sex and dietary phosphorus level on the apparent metabolizable energy and nutrient digestibility in broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v.58, n.5, p.405-411, 2004.

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.

SAEG, 1997. **Sistema para análises estatísticas**, versão 7.0.UFV, Viçosa: Fundação Arthur Bernardes.

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.

SIBBALD, I. R.; PRICE, K. The metabolic and endogenous energy losses of adult roosters. **Poultry Science**, v.57, n.2, p.556-557, 1978.

SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v.59, p.1275-1279, 1963.

SILVA, E. P.; RABELLO, C. B. V.; LIMA, M. B. et al. Valores energéticos de ingredientes convencionais para aves de postura comercial. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.1, p.91100, 2009.

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

STANOGLIAS, G.; PEARCE, G. R. The digestion of fiber by pig. Volatile fatty acid concentration in large intestine digesta. **Brazilian Journal of Nutrition**, n.53, p.513–536, 1985.

SMITS, C. H. M., ANNISON, G. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition - towards a physiological valid approach to their determination. **World Poultry Science Journal**, v.52, n.2, p.203-221, 1996.

WENK, C. The role of fibre in digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, v. 90, p. 21-33, 2001.

#### 4 RESÍDUO SECO DE FECULARIA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS OU NÃO COM CARBOIDRASES

**Resumo** – O objetivo do trabalho foi avaliar a inclusão do resíduo seco de fecularia (RSF) com ou sem a suplementação de carboidrases sobre o desempenho, o rendimento de carcaça, cortes e órgãos, parâmetros sanguíneos e qualidade da carne de frangos de corte. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, constituído da combinação da adição ou não de carboidrases e cinco níveis de inclusão de RSF, resultando em 10 tratamentos, com cinco repetições e 22 aves cada. Aos 21 dias de idade, duas aves por unidade experimental foram mantidas em jejum por 6 horas, para coleta de sangue via punção braquial. Aos 42 dias de idade, quatro aves por unidade experimental foram abatidas para determinação do rendimento de carcaça, cortes, órgãos, porcentagem de gordura abdominal e avaliação da qualidade da carne. No período de 1 a 21 dias de idade houve interação ( $P < 0,05$ ) entre a suplementação de carboidrases e o RSF para ganho de peso (GP) e consumo de ração (CR), que apresentaram comportamento linear decrescente sem a inclusão de carboidrases. No período de 1 a 42 dias houve interação ( $P < 0,05$ ) entre a suplementação de carboidrases e a inclusão do RSF para as variáveis GP e conversão alimentar (CA). Os rendimentos de carcaça, cortes e peso relativo de órgãos não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pela suplementação de carboidrases e níveis de inclusão do RSF. A inclusão das carboidrases proporcionou um aumento ( $P < 0,05$ ) na concentração de colesterol, triglicerídeos (TAG), creatinina, gama GT e glicose no sangue. A concentração da Gama GT apresentou um acréscimo e da alanina aminotransferase (ALT) e creatinina apresentaram um decréscimo ( $P < 0,05$ ) com a inclusão do RSF. Na análise 24 horas *post mortem* da carne do peito houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre a suplementação de carboidrases e a inclusão do RSF para a variável L. Os valores analisados de pH, capacidade de retenção de água (CRA) e força de cisalhamento (FC) da carne do peito não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pela inclusão do RSF e adição ou não de carboidrases. A perda por cocção (PPC) foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de inclusão do RSF. As variáveis L e  $a^*$  dos pés dos frangos de corte não foram influenciadas ( $P > 0,05$ ) pelos níveis do RSF e adição ou não de carboidrases. A variável de cor  $b^*$  apresentou um decréscimo ( $P < 0,05$ ) a partir do nível de 5% de inclusão. O RSF pode ser utilizado nas dietas de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade até o nível avaliado de 10%, desde que associado ao uso de carboidrases.

**Palavras-chave:** aves, complexo enzimático, mandioca, nutrição.

## **DRY RESIDUE OF CASSAVA IN SUPPLEMENTED BROILER FEED OR NOT WITH CARBOHYDRASES**

**Abstract** – The objective was to evaluate the inclusion of dry residue of cassava (DRC) with or without supplementation of carbohydrases on performance, carcass yield, cuts and organs, blood parameters and meat quality of broiler chickens. Birds were distributed in a completely randomized design in a 2x5 factorial scheme, consisting of the combination of the addition or not of carbohydrases and five levels of inclusion of DRC, resulting in 10 treatments, with five replicates of 22 birds each. At 21 days of age, two birds each were fasted for 6 hours, for blood brachial puncture. At 42 days old, four birds per pen were slaughtered to determine carcass yield, cuts, organs, percentage of abdominal fat and assessment of meat quality. Between 1-21 days of age there was interaction ( $P < 0.05$ ) between supplementation of carbohydrases and DRC for weight gain (WG) and feed intake (FI), which showed decreasing linear effect without the inclusion of carbohydrases. In the period from 1 to 42 days there was interaction ( $P < 0.05$ ) between supplementation of carbohydrases and inclusion of DRC for WG variables and feed conversion (FC). Carcass yield, cuts and relative weight of organs were not affected ( $P > 0.05$ ) by supplementation of carbohydrases and levels of inclusion of DRC. The inclusion of carbohydrases provided an increase ( $P < 0.05$ ) in the concentration of cholesterol, triglycerides (TAG), creatinine, gamma GT and blood glucose. The concentration of Gamma GT showed an increase and alanine aminotransferase (ALT) and creatinine showed a decrease ( $P < 0.05$ ) with the inclusion of DRC. In the analysis 24 hours *post mortem* there was significant interaction ( $P < 0.05$ ) for breast meat between supplementation of carbohydrases and the inclusion of DRC for variable L. The analyzed values of pH, water holding capacity (WHC) and shear force (SF) of the breast meat were not affected ( $P > 0.05$ ) by inclusion of DRC and addition or not of carbohydrases. The cooking loss (CL) was influenced ( $P < 0.05$ ) by levels of inclusion of DRC. The L and a\* variable and the feet of broiler chickens were not affected ( $P > 0.05$ ) by levels of DRC and addition or not of carbohydrases. The color variable b\* showed a decrease ( $P < 0.05$ ) from 5% level of inclusion. The DRC can be used in the diets for broilers from 1 to 21 days old to the assessed level of 10%, once associated with the use of carbohydrases.

**Keywords:** broilers, enzyme complex, cassava, nutrition.

## 4.1 Introdução

A utilização de coprodutos no sistema de produção avícola tem possibilitado a redução dos custos com a alimentação, componente de maior expressão na produção animal. O resíduo seco de fecularia (RSF) é um coproduto do processamento da mandioca, apresenta em sua composição alta quantidade de fibra e amido que não foi possível extrair durante seu processamento (RAUPP et al., 1999).

Por ser produzido em grande quantidade e por suas qualidades nutricionais, pode ser considerado um ingrediente com grande potencial para substituir parcialmente o milho em dietas de frangos de corte. De acordo com os resultados obtidos no experimento I, o RSF apresenta em sua composição 3519 kcal kg<sup>-1</sup> de energia bruta, 0,98% de proteína, 27,0% de fibra em detergente neutro e 19,5% de fibra em detergente ácido, na matéria natural.

Picoli et al. (2014) destaca a relevância da presença do alto teor de polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e lignina no RSF, assim como Silva e Cabello (2010), que também salientam a importância de ao utilizar esse coproduto levar em consideração fatores como a sua baixa capacidade pigmentante, seu elevado teor de fibra, solúvel e insolúvel e também a presença dos PNAs.

Os PNAs são os principais constituintes da parede celular dos alimentos de origem vegetal e não podem ser digeridos pelas aves, pois suas ligações são resistentes à hidrólise no trato digestório. A indigestibilidade desses componentes pode reduzir a energia do alimento e interferir de maneira negativa na utilização dos outros nutrientes, afetando negativamente o desempenho animal (CONTE et al., 2003).

A utilização de carboidrases, como amilase, glucanase e xilanase em dietas para aves vem se destacando ao longo dos últimos anos. Seus benefícios estão relacionados à hidrólise dos componentes dos alimentos, melhorando o aproveitamento da digesta, a degradação do amido, redução da viscosidade das dietas, contribuindo no aproveitamento da energia, consequentemente melhorando os parâmetros zootécnicos de produção (YU e CHUNG, 2004).

Neste contexto, acredita-se que a suplementação de carboidrases em dietas contendo o RSF possa promover uma melhor eficiência produtiva das aves, ocasionada pela melhoria da digestão de componentes de baixa qualidade, como os PNAs, ou mesmo por aumentar a disponibilidade dos demais nutrientes do alimento (TORRES et al., 2003). Diante disso, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a inclusão do resíduo seco de fecularia em

dietas de frangos de corte suplementados ou não com carboidrases sobre o desempenho, rendimento de carcaça, cortes e órgãos, parâmetros sanguíneos e qualidade da carne.

## 4.2 Material e métodos

Este trabalho foi realizado no Setor de Avicultura da Estação Experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. As aves foram alojadas em box (unidade experimental – UE), que dispunham de um comedouro tubular, bebedouro tipo nipple, fonte para aquecimento (lâmpadas 250 watts infravermelho) e piso de concreto, o qual foi revestido com maravalha de pinus.

Ao todo foram utilizados 1100 pintos de corte machos da linhagem Cobb 500, de um dia de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, constituído da combinação da adição ou não de carboidrases e cinco níveis de inclusão de RSF (0; 2,5; 5,0; 7,5; e 10%), resultando em 10 tratamentos, com cinco repetições e 22 aves cada.

O RSF e a suplementação enzimática foram utilizados nas rações de 1 a 21 dias de idade das aves. Os animais receberam ração e água à vontade, e o programa de luz utilizado foi o de 24 horas de iluminação (natural e artificial).

As dietas experimentais, isoproteicas e isocalóricas, foram formuladas à base de milho e farelo de soja, de acordo com a composição dos alimentos e exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2011), para as fases de 1 a 7 (Tabela 1); 8 a 21 (Tabela 2) dias de idade para frangos de corte. O RSF utilizado apresentava em sua composição 89,86% de MS, 0,98% de PB, 3519 kcal kg<sup>-1</sup> de EB, 0,19% de EE, 27% de FDN, 19,5% de FDA, na matéria natural.

A inclusão das carboidrases foi realizada de acordo com a recomendação do fabricante, sendo: Ronozyme A<sup>®</sup>, enzima à base de amilase com inclusão de 0,04% (400 g ton<sup>-1</sup> de ração), Ronozyme VP<sup>®</sup>, enzima à base de xilanase com inclusão de 0,02% (200 g ton<sup>-1</sup> de ração) e Ronozyme WX 2000<sup>®</sup>, enzima à base de beta-glucanase com inclusão de 0,005% (50 g ton<sup>-1</sup> de ração). Para utilização das carboidrases, os valores da energia metabolizável que as enzimas disponibilizaram foram valorizados em 50 kcal kg<sup>-1</sup>.

O peso e o consumo de ração foram registrados aos 7, 21 e 42 dias de idade, para avaliação do desempenho zootécnico das aves. A mortalidade foi observada diariamente, para a realização das correções no consumo de ração e conversão alimentar, segundo Sakomura e Rostagno (2007).

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas durante a fase pré inicial, 1 a 7 dias, para frangos de corte

Ingredientes (%)	Rações sem carboidrases					Rações com carboidrases				
	0	2,5	5,0	7,5	10	0	2,5	5,0	7,5	10
Milho Grão	54,72	50,66	46,0	42,54	38,49	55,74	51,68	47,63	43,57	39,52
Soja Farelo (45%)	36,57	37,27	37,98	38,68	39,38	36,39	37,09	37,80	38,50	39,20
Farinha vísceras	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Óleo de soja	2,08	2,96	3,85	4,73	5,62	1,16	2,05	2,93	3,81	4,70
RSF	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00
Fosfato Monobicálcico	1,58	1,58	1,59	1,58	1,59	1,58	1,58	1,59	1,59	1,59
Calcário Calcítico	0,85	0,83	0,82	0,80	0,79	0,85	0,83	0,82	0,80	0,79
Sal Comum	0,48	0,48	0,49	0,48	0,49	0,48	0,48	0,49	0,49	0,49
ByoLis (51,7%)	0,439	0,419	0,399	0,378	0,358	0,444	0,424	0,40	0,383	0,363
DL-Metionina (98%)	0,341	0,345	0,349	0,353	0,357	0,340	0,344	0,348	0,352	0,356
L-Treonina (99%)	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089
L-Valina (99%)	0,047	0,047	0,046	0,046	0,045	0,047	0,047	0,046	0,046	0,045
Vitini-Ave <sup>1</sup>	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
Cloreto de Colina (60%)	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Coxistac	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Min-Ave <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Surmax	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Carboidrases	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
Composição Calculada										
Energia Metab. (Kcal kg <sup>-1</sup> )	2.960	2.960	2.960	2.960	2.960	2.960	2.960	2.960	2.960	2.960
Proteína bruta (%)	22,60	22,60	22,60	22,60	22,60	22,60	22,60	22,60	22,60	22,60
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Fósforo disponível (%)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina digestível (%)	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Met+Cis digestível (%)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Treonina digestível (%)	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Triptofano digestível (%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Valina digestível (%)	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Isoleucina digestível (%)	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89

<sup>1</sup>Premix Vitamínico para aves (Lote BR00014639), Níveis de Garantia por Quilograma produto: Vit. A (min) 9000000,00 UI, Vit. D3 (min) 2500000,00 UI, Vit. E (min) 20000,00 UI, Vit. K3 (min) 2500,00 mg, Vit. B1 (min) 1500,00 mg, Vit. B2(min) 6000,00 mg, Vit. B6(min) 3000,00 mg, Vit. B12 (min) 12000,000 mg. Ácido Pantotênico (min) 12 g, Niacina (min) 25g, Ácido Fólico(min) 800,00 mg, Biotina (min) 60,0 mg, Selênio(min) 250,0 mg. ROLIGOMIX - <sup>2</sup>Premix Mineral para aves (Lote BR00013863), Níveis de Garantia por Quilograma do Produto: Cobre (min) 20g, Ferro (min) 100g, Manganês (min) 160g, Cobalto (min) 2000,0 mg, Iodo (min) 2000,0 mg, Zinco (min) 100g.

Tabela 2. Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas durante a fase inicial, 8 a 21 dias, para frangos de corte

Ingredientes	Rações sem carboidrases					Rações com carboidrases				
	0	2,5	5,0	7,5	10	0	2,5	5,0	7,5	10
Milho Grão	57,49	53,47	49,44	45,42	41,39	58,51	54,45	50,46	46,44	42,41
Soja Farelo (45%)	30,58	31,26	31,93	32,60	33,28	30,41	31,09	31,76	32,44	33,11
Farinha de Vísceras	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
RSF	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00
Óleo de soja	2,72	3,60	4,48	5,36	6,24	1,80	2,69	3,56	4,44	5,32
Fosfato Bicálcico	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Calcário	0,81	0,79	0,78	0,76	0,75	0,81	0,79	0,78	0,76	0,75
Sal Comum	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,435	0,44	0,44	0,44	0,44
ByoLis (51,7%)	0,408	0,389	0,370	0,350	0,330	0,413	0,393	0,374	0,355	0,336
DL-Metionina (98%)	0,276	0,280	0,285	0,289	0,293	0,275	0,279	0,283	0,287	0,292
L-Treonina (99%)	0,055	0,055	0,55	0,055	0,056	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Vitini-Ave <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloreto de Colina (60%)	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Coxistac	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,050	0,055	0,055	0,055	0,055
Min-Ave <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Surmax	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,050	0,005	0,005
Carboidrases	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
Celite (indicador)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Composição Calculada										
En. Metab. (Kcal kg <sup>-1</sup> )	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Proteína (%)	21,45	21,44	21,43	21,42	21,41	21,45	21,44	21,43	21,42	21,41
Cálcio (%)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Fósforo disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Lisina digestível (%)	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Met+Cis dig. (%)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Treonina dig. (%)	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Triptofano dig. (%)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Valina digestível (%)	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Isoleucina dig. (%)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84

<sup>1</sup>Premix Vitamínico para aves (Lote BR00014639), Níveis de Garantia por Quilograma produto: Vit. A (min) 9000000,00 UI, Vit. D3 (min) 2500000,00 UI, Vit. E (min) 20000,00 UI, Vit. K3 (min) 2500,00 mg, Vit. B1 (min) 1500,00 mg, Vit. B2 (min) 6000,00 mg, Vit. B6 (min) 3000,00 mg, Vit. B12 (min) 12000,000 mg. Ácido Pantotênico (min) 12 g, Niacina (min) 25g, Ácido Fólico (min) 800,00 mg, Biotina (min) 60,0 mg, Selênio (min) 250,0 mg. ROLIGOMIX - <sup>2</sup>Premix Mineral para aves (Lote BR00013863), Níveis de Garantia por Quilograma do Produto: Cobre (min) 20g, Ferro (min) 100g, Manganês (min) 160g, Cobalto (min) 2000,0 mg, Iodo (min) 2000,0 mg, Zinco (min) 100g.

Aos 21 dias de idade, duas aves por UE, escolhidas ao acaso, foram mantidas em jejum por 6 horas, para colheita de sangue via punção braquial. Após este processo, o sangue foi centrifugado e o soro separado e congelado para as análises de colesterol, triglicerídeos (TAG), glicose, proteínas totais, creatinina, ácido úrico (AU), aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e GamaGT. As leituras foram realizadas com a utilização de “kits” comerciais, Elitech, utilizando espectrofotômetro automático, com calibração automática e leitura de alta performance (Analisador Bioquímico Flexor EL 200).

No período de 22 a 42 dias os animais passaram a receber uma mesma ração, denominada ração controle (RC), sem inclusão do RSF e sem suplementação de carboidratos. As rações de crescimento e terminação foram formuladas à base de milho e farelo de soja para atender as exigências para frangos de corte de 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade (ROSTAGNO et al., 2011).

Aos 42 dias de idade, quatro aves por UE, com peso médio do grupo ( $\pm 5\%$ ), foram individualmente pesadas e sacrificadas utilizando o deslocamento cervical e posterior sangria, em conformidade com a resolução nº 1000/2012 do CFMV. Os animais foram abatidos de acordo com a Instrução Normativa nº 3 de 17 de janeiro de 2000, da DSA/MAPA, que estabelece os Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário. Posteriormente, foram determinados rendimento de carcaça, rendimento de peito, coxa, sobrecoxa, asa e dorso, peso relativo do fígado sem a vesícula biliar e moela vazia. O percentual de gordura abdominal foi obtido da gordura retirada da cloaca e ao redor da moela.

A qualidade da carne foi avaliada no músculo do peito (*Pectoralis major*) direito e esquerdo de duas aves por UE. O pH foi determinado diretamente no filé do peito direito, 15 min e 24h “*post mortem*” (OLIVO et al., 2001), com o auxílio do peagâmetro portátil HI 99163.

A coloração da carne de peito foi mensurada 15 min e 24h e a do pé 15 min “*post mortem*”, utilizando o colorímetro portátil CR-400 (Konica Minolta Sensing, São Paulo, Brasil). Os componentes L\* (luminosidade – nível de escuro a claro), a\* (intensidade de vermelho/verde) e b\* (intensidade de amarelo/azul) foram expressos no sistema de cor Cielab.

O músculo do peito do lado esquerdo das aves foi utilizado para avaliação da capacidade de retenção de água na carcaça (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC).

A CRA foi realizada por centrifugação, proposto por Nakamura e Katok (1985). As amostras de aproximadamente 1 g de músculo do peito (*Pectoralis major*) “*in natura*” foram embrulhadas em papel filtro, centrifugadas a 2000 rpm durante 4 min, pesadas, secas em

estufa a 70°C por 12h e pesadas novamente para o cálculo da CRA. Para determinação da PPC, os filés de peito 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 no centro da amostra. A seguir, as amostras foram mantidas em repouso até estabilizarem a temperatura ambiente. Novamente as amostras foram pesadas, obtendo-se assim a PPC (HONIKEL, 1998). Para as análises de FC as amostras foram cortadas em três retângulos (1,0 x 1,0 x 2,0 cm) e colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina para determinação da FC em quilograma força ( $\text{kgf cm}^{-2}$ ), com o auxílio do equipamento Brookfield CT3 Texture Analyzer, acoplado com a probe TA 3/100, fixture TA - SBA, calibrado com força 0,01 kg, deformação 20 mm, velocidade do teste de  $2,5 \text{ mm s}^{-1}$ .

Como procedimento estatístico foi realizada análise de variância e posterior regressão polinomial entre os níveis de inclusão, excluindo a ração basal (0% de RSF). Adicionalmente utilizou-se o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, a fim de comparar a ração basal com os demais tratamentos. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SAEG - Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997).

### 4.3 Resultados e discussão

Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre a suplementação de carboidrases e os diferentes níveis de inclusão do RSF para ganho de peso (GP) e consumo de ração (CR) (Tabela 3). O GP e CR sem a inclusão de carboidrases apresentaram comportamento linear decrescente. Entretanto com a adição das carboidrases não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ).

Houve uma redução linear ( $P < 0,05$ ) no GP dos animais com o aumento da inclusão do RSF sem adição de carboidrases. Os níveis de inclusão de 7,5 e 10% diferiram ( $P < 0,05$ ) do tratamento controle pelo teste de Dunnett, apresentando um menor GP em relação ao controle. A suplementação com carboidrases proporcionou as aves um GP semelhante aquelas que não receberam a suplementação.

Pode-se inferir que a suplementação das carboidrases foi responsável por anular os efeitos negativos do RSF, proporcionando desempenho semelhante entre as aves. De acordo com Sartori et al. (2007) as enzimas exógenas possuem a capacidade de manter ou mesmo melhorar o desempenho dos animais, por auxiliar a digestão de produtos com qualidade inferior.

Tabela 3. Suplementação ou não de carboidrases e níveis de inclusão do resíduo seco de fecularia no desempenho das aves de 1 a 21 dias de idade

Inclusão (%)	Ganho de peso (g)		Consumo de ração (g)		Conversão alimentar	
	Sem Cho'se	Com Cho'se	Sem Cho'se	Com Cho'se	Sem Cho'se	Com Cho'se
0	947,03	934,62	1346,46	1344,08	1,355	1,373
2,5	933,68	929,57	1307,47*	1310,96	1,343	1,346
5,0	932,82	927,83	1297,33*	1305,13*	1,322	1,342
7,5	909,48*	920,40	1272,34*	1264,79*	1,334	1,347
10,0	881,30*	933,57	1241,13*	1297,66*	1,341	1,327
Média	920,86	929,20	1292,95	1304,53	1,339	1,340
Cho'se	0,182		0,106		0,965	
Inclusão	0,007		<0,001		0,244	
Interação	0,014		0,043		0,457	
CV (%)	2,344		1,907		2,190	
EPM	4,425		5,474		0,005	
Interação	0,025		0,036		0,364	
Inclusão	0,058		0,001		0,949	
Linear	<0,001 <sup>1</sup>	-	<0,001 <sup>2</sup>	0,120	-	-
Quadrática	0,185	-	0,355	0,094	-	-

Cho'se: carboidrases

\* Médias seguidas de \* diferem do nível de inclusão "0" pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade;

<sup>1</sup>Y= -3,443\*RSF+957,58 (R<sup>2</sup>=0,38);

<sup>2</sup>Y= -4,48033\*RSF+1335,57 (R<sup>2</sup>=0,51).

A inclusão do RSF sem a adição de carboidrases na dieta provocou uma redução linear (P<0,05) no CR com o aumento dos níveis de inclusão. Isso pode ter ocorrido devido ao acréscimo da inclusão do RSF ter proporcionado um aumento na quantidade de fibra da dieta, ocasionando uma maior viscosidade da digesta, reduzindo assim o consumo e consequentemente a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho das aves.

Com a suplementação das carboidrases a redução do CR das aves não apresentou-se tão acentuada com o aumento dos níveis de inclusão do RSF. As carboidrases contribuíram para uma melhora no consumo, até o nível de inclusão de 2,5 % do RSF, e a partir do nível de 5 % inclusão houve uma queda no consumo em relação à ração controle pelo teste de Dunnett (P<0,05). Não houve diferença (P>0,05) na conversão alimentar (CA) das aves.

Segundo Calderano et al. (2010) e González-Alvarado et al. (2007) a queda do GP e CR das aves com o aumento dos níveis de inclusão do RSF pode estar relacionada ao crescente teor de fibras na dieta, aliada à baixa capacidade de digestão dessas, bem como a sensação de saciedade que a fibra provoca nos animais.

O RSF, por apresentar alto teor de fibra em detergente ácido (FDA) 19,5%, de acordo com os resultados obtidos no experimento I, pode ser capaz de aumentar a capacidade de absorção de água da dieta, ocorrendo um aumento na densidade da ração. Prova disso são os resultados obtidos neste trabalho, considerando que o teor de fibra das dietas aumentou com o aumento do nível de inclusão do RSF, o que pode ter provocado um maior arraste e um menor aproveitamento dos nutrientes (SOUSA et al., 2014).

No período de 1 a 42 dias de idade das aves, houve interação ( $P < 0,05$ ) entre a suplementação de carboidrases e os diferentes níveis de inclusão do RSF para as variáveis GP e CA, no entanto, estas não se ajustaram a nenhum modelo polinomial proposto (Tabela 4).

Tabela 4. Suplementação ou não de carboidrases e níveis de inclusão do resíduo seco de fecularia no desempenho das aves de 1 a 42 dias de idade

Inclusão (%)	Ganho de peso (g)		Consumo de ração (g)		Conversão alimentar	
	Sem Cho'se	Com Cho'se	Sem Cho'se	Com Cho'se	Sem Cho'se	Com Cho'se
0	2795,42	2687,61	4494,59	4413,13	1,583	1,615
2,5	2669,14*	2711,93	4472,58	4403,95	1,648*	1,598
5,0	2695,32*	2705,56	4466,98	4430,81	1,631*	1,611
7,5	2664,21*	2726,51	4419,88	4364,92	1,632*	1,575
10,0	2694,05*	2725,44	4532,64	4404,96	1,655*	1,590
Média	2703,63	2711,41	4477,34	4403,55	1,630	1,598
Cho'se		0,496		0,002		0,001
Inclusão		0,025		0,248		0,156
Interação		<0,001		0,737		0,011
CV (%)		1,183		1,739		2,048
EPM		9,485		11,990		0,006
Interação		0,578		0,593		0,441
Inclusão		0,767		0,181		0,473
Linear		0,384		0,752		0,687
Quadrática		0,869		0,191		0,300

Cho'se: carboidrase

\* Médias diferem do nível de inclusão "0" pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade

Para as variáveis GP, CR e CA as aves que não foram suplementadas com as carboidrases a partir do nível 2,5% de inclusão do RSF apresentaram diferença ( $P < 0,05$ ) em relação à ração controle. A inclusão do RSF foi responsável pela queda no GP e CR, e piora na CA.

Com a suplementação das carboidrases as variáveis GP, CR e CA não diferiram ( $P > 0,05$ ) da ração controle. No entanto, as carboidrases podem ter contribuído para a

disponibilização dos nutrientes do RSF, visto que a inclusão destas proporcionou desempenho semelhante às aves que não receberam a suplementação das carboidrases.

A utilização de coprodutos ou ingredientes de qualidade nutricional inferior nas dietas pode afetar negativamente o desempenho dos frangos de corte, contudo, quando há combinação com carboidrases, este efeito pode ser anulado ou revertido.

As carboidrases provavelmente auxiliam na digestibilidade da fibra e do amido, melhorando a absorção dos nutrientes e favorecendo um bom desempenho das aves. Segundo Bedford e Apajalahti (2001), os benefícios no desempenho das aves com a utilização da combinação de carboidrases é resultado da melhora no aproveitamento dos nutrientes e no equilíbrio da população microbiana intestinal das aves.

Com relação as variáveis de rendimento de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa e asa, estas não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pela suplementação de carboidrases e níveis de inclusão do RSF na fase de 1 a 21 dias (Tabela 5).

Tabela 5. Rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade alimentados com resíduo seco de fecularia com ou sem suplementação de carboidrases

Cho'se	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa (%)	Sobrecoxa (%)	Asa (%)
Sem	72,20	39,24	13,73	16,60	10,88
Com	72,94	39,50	13,73	16,77	10,86
P	0,074	0,542	0,999	0,520	0,880
Inclusão (%)					
0	72,50	39,95	13,78	16,49	10,80
2,5	73,02	39,49	13,64	16,82	10,89
5,0	72,47	39,56	13,74	16,85	10,82
7,5	73,03	39,50	13,35	16,47	10,66
10,0	71,84	38,34	14,15	16,79	11,17
Dunnett	0,332	0,196	0,100	0,778	0,292
Interação	0,187	0,531	0,069	0,467	0,881
CV (%)	2,800	5,516	6,466	7,571	6,836
Inclusão	0,237	0,266	0,060	0,746	0,215
Interação	0,165	0,466	0,054	0,325	0,791

Cho'se: carboidrases.

Apesar do desempenho das aves ter sido afetado negativamente com a inclusão do RSF, o rendimento de carcaça e cortes foi similar. Isso pode ter ocorrido devido ao balanço

aminoacídico das dietas estarem adequados, visto que os aminoácidos participam na composição da proteína muscular (BARBOZA et al., 2000).

Estes resultados demonstram que o RSF não afeta as características de carcaça e o peso dos principais cortes quando a dieta é devidamente balanceada. Os resultados deste trabalho se assemelham aos de Cardoso et al. (2011) que avaliando o efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte não encontraram diferenças no rendimento de carcaça e dos cortes avaliados. Torres et al. (2003) e Ferreira et al. (2012), também não observaram efeito positivo das enzimas exógenas sobre as variáveis analisadas.

Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre a suplementação de carboidratos e os diferentes níveis de inclusão do RSF para a porcentagem de gordura abdominal e o rendimento de órgãos (Tabela 6).

Tabela 6. Peso relativo de órgãos e porcentagem de gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com resíduo seco de fecularia suplementados ou não com carboidratos

Cho'se	Gordura Abdominal (%)	Moela (%)	Fígado (%)	Intestino (%)
Sem	1,27	1,48 <sup>b</sup>	1,86	5,21
Com	1,21	1,67 <sup>a</sup>	1,85	4,92
P	0,417	0,026	0,611	0,089
Inclusão (%)				
0	1,23	1,53	1,80	4,97
2,5	1,46*	1,45	1,82	4,95
5,0	1,19	1,70	1,97	5,33
7,5	1,22	1,55	1,85	5,01
10,0	1,11	1,65	1,86	5,06
Dunnett	0,021	0,302	0,368	0,419
Interação	0,218	0,210	0,606	0,260
CV (%)	26,496	25,659	15,721	16,725
Interação	0,159	0,195	0,611	0,533
Inclusão	0,015	0,204	0,365	0,520
Linear	0,004 <sup>1</sup>	0,275	0,965	0,975
Quadrática	0,310	0,394	0,266	0,387

Cho'se: carboidratos

\*Médias diferem do nível de inclusão "0" pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, a 5% de significância (teste F).

GA=  $-0,020225RSF + 1,4969$  ( $R^2=0,77$ ).

A percentagem de gordura abdominal e o peso relativo do fígado e intestino não apresentaram diferença ( $P>0,05$ ) nas aves suplementadas ou não com carboidrases. Com relação a moela apresentou maior peso relativo nos frangos que receberam suplementação de carboidrases.

A percentagem de gordura abdominal para os níveis de inclusão do RSF apresentou efeito linear decrescente. O nível de inclusão de 2,5% apresentou diferença ( $P<0,05$ ) em relação a ração controle, pelo teste de Dunnett, sendo que ocorreu um aumento da percentagem de gordura abdominal nesse nível.

Torres et al. (2003) analisando a eficiência de enzimas (amilase, xilanase e protease) sobre a produção de frangos de corte também não encontraram diferenças significativas na gordura abdominal.

Houve interação ( $P<0,05$ ) entre a suplementação de carboidrases e os diferentes níveis de inclusão do RSF para a variável ácido úrico. No entanto, esta não se ajustou a nenhum modelo predefinido (Tabela 7).

A inclusão das carboidrases proporcionou um acréscimo na concentração de colesterol, triglicerídeos (TAG), glicose, creatinina, ácido úrico e gama GT ( $P<0,05$ ) no sangue. A ALT apresentou maior concentração sem inclusão das carboidrases ( $P<0,05$ ). Enquanto que a AST e as proteínas totais não foram influenciadas pela presença ou não dessas nas dietas ( $P>0,05$ ).

Houve efeito da inclusão do RSF ( $P<0,05$ ) na concentração da creatinina, o nível de 2,5% do RSF apresentou diferença quando comparada à ração controle. A variável ALT apresentou diferença ( $P<0,05$ ) pelo teste de Dunnett, com o aumento da inclusão do RSF, a mesma diminuiu nos níveis de 5,0; 7,5; 10% de inclusão. Nesses mesmos níveis, houve um aumento ( $P<0,005$ ) da concentração da Gama GT quando comparado à ração controle. Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da inclusão do RSF sobre colesterol, TAG, glicose, proteínas totais, ácido úrico e AST.

O colesterol apresentou efeito quadrático, para os níveis de inclusão do RSF, e o nível que determinou o valor máximo de resposta foi de 5,57%. A concentração de colesterol apresentou um aumento com uma posterior queda a partir do nível de 5% de inclusão do RSF. Provavelmente isso ocorreu devido ao aumento da fibra originária do alimento, que pode ter proporcionado um aumento na viscosidade do bolo alimentar e conseqüente queda da digestibilidade e dificuldade na digestão das gorduras.

A creatinina também apresentou efeito quadrático, para os níveis de inclusão do RSF, e o nível que determinou o valor máximo de resposta foi de 7,67%. A creatinina é muito utilizada como indicador de filtração glomerular. Esta variável é originada a partir da creatina

muscular, e excretada na urina após a filtração glomerular. Considera-se que a creatinina sofre menor influência de fatores extra-renais e, deste modo, seria um indicador mais real da taxa de filtração glomerular (GREENE et al., 2006).

Para a concentração de ALT, esta apresentou um efeito linear negativo conforme aumento dos níveis do RSF. A ALT é encontrada principalmente no citoplasma do hepatócito, sendo considerada enzima hepato específica. Desta maneira auxilia no diagnóstico e prognóstico de doenças hepáticas (MOTTA, 2003).

Segundo Savón (2002) a fibra e seus equivalentes nas dietas atuam diretamente sobre o metabolismo da gordura, diminuindo a capacidade de absorção no intestino dos lipídeos e do colesterol, o que pode ocasionar redução nos valores de TAG e colesterol no plasma, uma vez que o aumento na viscosidade do bolo alimentar diminui a ação dos sais biliares e aumenta a excreção dos mesmos e dos lipídeos da dieta (MOURÃO et al., 2005).

Barbosa et al. (2008) relataram que as enzimas reduzem os fatores antinutricionais dos alimentos, auxiliando na quebra da fibra. Como o RSF é um alimento fibroso, pode-se inferir que as enzimas causaram uma redução nas propriedades antinutricionais da fibra, melhorando a digestibilidade da dieta e a absorção do colesterol e lipídeos, o que proporcionou um aumento nas variáveis analisadas (CAIRES et al., 2008).

Tabela 7. Parâmetros sanguíneos de frangos de corte aos 21 dias alimentados com resíduo seco de fecularia suplementados ou não com carboidratos

Cho'se	Colesterol (mg dL <sup>-1</sup> )	Triglicerídeos (mg dL <sup>-1</sup> )	Glicose (mg dL <sup>-1</sup> )	Proteínas totais (g dL <sup>-1</sup> )	Creatinina (mg dL <sup>-1</sup> )	Acido Úrico (mg dL <sup>-1</sup> )	AST (mg dL <sup>-1</sup> )	ALT (mg dL <sup>-1</sup> )	Gama GT (mg dL <sup>-1</sup> )
Sem	104,32 <sup>b</sup>	26,16 <sup>b</sup>	199,76 <sup>b</sup>	2,59	0,18 <sup>b</sup>	1,92	150,72	17,28 <sup>a</sup>	6,20 <sup>b</sup>
Com	112,08 <sup>a</sup>	30,84 <sup>a</sup>	215,28 <sup>a</sup>	2,63	0,20 <sup>a</sup>	2,66	162,20	10,84 <sup>b</sup>	8,60 <sup>a</sup>
P	0,027	0,003	0,007	0,645	0,018	0,002	0,057	<0,001	<0,001
Inclusão (%)									
0	110,10	29,70	203,00	2,64	0,19	2,27	144,50	16,40	6,20
2,5	105,40	27,20	202,90	2,48	0,17*	2,00	147,90	14,70	6,30
5,0	117,20	31,10	217,20	2,81	0,20	2,61	163,00	14,20*	8,40*
7,5	104,70	26,20	207,60	2,50	0,20	2,26	164,20	12,80*	8,10*
10,0	103,60	28,30	206,90	2,62	0,20	2,30	162,70	12,20*	8,00*
Dunnett	0,088	0,246	0,471	0,127	0,020	0,572	0,100	<0,001	0,015
Interação	0,740	0,427	0,874	0,457	0,157	0,022	0,136	0,689	0,989
CV (%)	11,078	18,188	9,342	11,644	10,827	34,864	13,213	14,714	24,174
Interação	0,564	0,271	0,894	0,818	0,060	0,135	0,492	0,637	0,985
Inclusão	0,045	0,178	0,474	0,099	0,004	0,405	0,274	0,038	0,064
Linear	0,283	0,824	0,934	0,828	0,005	0,626	0,134	0,005 <sup>4</sup>	0,074
Quadrática	0,048 <sup>2</sup>	0,578	0,261	0,322	0,0241 <sup>3</sup>	0,263	0,220	0,939	0,067

Cho'se: carboidratos;

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si, a 5% de significância (teste F);

<sup>2</sup>Col= 96,0750 + 0,5734x - 0,00516x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup> = 0,47);

<sup>3</sup>Cre= 0,1355 + 0,0172x - 0,00112x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>= 0,92);

<sup>4</sup>ALT = 15,7 - 0,356x (R<sup>2</sup>=0,96).

Os valores de L, a\* e b\* da carne de peito não apresentaram diferença ( $P>0,05$ ) com a inclusão do RSF e com a adição ou não das carboidrases na dieta das aves, na avaliação 15 minutos *post mortem*. Na análise 24 horas *post mortem* houve interação ( $P<0,05$ ) entre a suplementação de carboidrases e a inclusão do RSF para a variável L, no entanto, esta não se ajustou a nenhum modelo predefinido. O nível de inclusão de 2,5% do RSF apresentou um decréscimo ( $P<0,05$ ) em relação à RC pelo teste de Dunnett para a variável L. Os demais atributos de qualidade da carne foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre os níveis inclusão do RSF com adição ou não de carboidrases (Tabela 8).

A uniformidade da cor é um atributo importante, pois é um indicativo da qualidade do produto final e também é através dela que os consumidores selecionam os produtos de origem animal (QIAO et al., 2002).

Du e Ahn (2002) afirmaram que as condições ambientais e os alimentos são fatores que podem afetar a cor da carne. Outros estudos evidenciam que a coloração da carne é pouco influenciada pela alimentação das aves, sendo mais significativa na cor da pele. De acordo com Qiao et al. (2002) a cor da carne é influenciada principalmente pelas condições causadas por metabolismo muscular *post mortem* acelerado e pondera-se possuir relação com a hereditariedade.

Qiao et al. (2001) realizaram uma classificação para coloração da carne de peito de frangos de corte. De acordo com a classificação proposta pelos autores, as amostras de carne deste trabalho na avaliação 15 minutos *post mortem* podem ser classificadas em carne com cor normal, e na avaliação 24 horas *post mortem* em carne mais clara que o normal.

Tabela 8. Coloração da carne do peito de frangos de corte alimentados com resíduo seco de fecularia suplementados ou não com carboidrases

Inclusão (%)	15 minutos <i>post mortem</i>						24 horas <i>post mortem</i>					
	L		a*		b*		L		a*		b*	
	Sem Cho'se	Com Cho'se	Sem Cho'se	Com Cho'se	Sem Cho'se	Com Cho'se	Sem Cho'se	Com Cho'se	Sem Cho'se	Com Cho'se	Sem Cho'se	Com Cho'se
0	50,13	53,41	2,13	2,64	5,62	7,34	56,62	60,82	2,40	3,21	5,32	6,88
2,5	50,82	51,37	2,07	2,48	4,85	5,88	57,52	53,70*	2,90	3,11	6,70	5,22
5,0	50,86	51,41	2,76	2,12	5,04	5,42	57,27	57,91	2,57	3,48	5,47	5,32
7,5	50,67	51,76	1,99	3,07	4,18	5,23	58,53	58,69	2,54	3,24	5,42	6,16
10,0	53,10	50,77	2,13	2,99	4,91	4,49	59,49	57,92	2,66	3,20	6,20	5,92
Média	51,12	51,75	2,22	2,66	4,92	5,67	57,88	57,80	2,62	3,04	5,82	5,90
Cho'se	0,472		0,164		0,167		0,926		0,153		0,859	
Inclusão	0,958		0,979		0,224		0,097		0,872		0,843	
Interação	0,388		0,471		0,771		0,049		0,869		0,235	
CV (%)	8,51		64,43		51,07		7,27		52,89		36,72	
EPM	0,578		0,298		0,708		1,216		0,362		0,476	
Regressão	0,637	0,952	0,765	0,341	0,832	0,521	0,581	0,114	0,922	0,691	0,308	0,784
Linear	0,339	0,792	0,821	0,190	0,840	0,149	0,208	0,061	0,683	0,658	0,524	0,397
Quadrática	0,441	0,766	0,635	0,733	0,705	0,835	0,634	0,118	0,584	0,567	0,078	0,823

Cho'se: carboidrases;

\* Médias seguidas de \* diferem do nível de inclusão "0" pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores analisados de pH, capacidade de retenção de água (CRA) e força de cisalhamento (FC) da carne do peito não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pela inclusão do RSF e adição ou não de carboidrases. A perda de peso por cocção (PPC) foi influenciada ( $P<0,05$ ) pelos níveis de inclusão do RSF, apresentando um comportamento quadrático, e o nível de inclusão do RSF que determina o valor máximo de resposta foi de 6,51%, que refletiu em 27,7% de PPC (Tabela 9).

Tabela 9. Características quantitativas da carne do peito de frangos de corte alimentados com resíduo seco de fecularia suplementados ou não com carboidrases

Inclusão (%)	pH 15' <i>post mortem</i>	pH 24h <i>post mortem</i>	Capacidade retenção de água (%)	Perda por cocção (%)	Força cisalhamento (kgf)
0	6,10	6,10	54,74	27,16	2,71
2,5	6,12	5,96	58,11	23,95	3,00
5,0	6,16	5,93	56,82	25,88	3,25
7,5	6,14	5,98	54,79	28,64	3,41
10,0	6,12	5,97	53,81	24,15	2,87
Média	6,13	5,99	55,66	25,96	3,05
Cho'se	0,662	0,366	0,370	0,923	0,312
Inclusão	0,912	0,154	0,104	0,004	0,265
Interação	0,367	0,214	0,904	0,581	0,686
CV(%)	3,12	3,66	14,29	17,05	36,13
EPM	0,133	0,212	1,203	1,247	0,475
Inclusão	0,915	0,289	0,105	0,004	0,411
Linear	0,997	0,505	0,064	0,448	0,836
Quadrática	0,498	0,600	0,906	0,002	0,113

Cho'se: carboidrases;

$$PPC = 16,784625 + 3,34765RSF - 0,2571RSF^2$$

A qualidade da carne dos animais pode ser afetada por fatores relacionados ao animal, à nutrição, condições ambientais e sanitárias, técnicas de manejo e procedimentos pré e pós abate. Critérios como cor, pH, CRA, FC e PPC são determinantes para avaliação da qualidade da carne (MENDES e KOMIYAMA, 2011).

O pH da carne é considerado um fator determinante na qualidade do produto final. Do mesmo modo, a CRA representa grande importância, pois está associada às características da carne antes e durante o cozimento, e à sua palatabilidade. Esta variável pode ser correlacionada com o pH, sendo que quanto menor a CRA menor o pH final da carne, bem como com a maciez da carne de peito dos frangos (MENDES e KOMIYAMA, 2011).

Segundo Ramos e Gomide (2007) a textura, que corresponde à FC, classifica-se em valores abaixo de 3,62 kgf para carnes extremamente macias; entre 6,62 a 9,60 kgf para

carnes ligeiramente macias a ligeiramente duras; e acima de 12,60 kgf para carnes extremamente duras. De acordo com a média dos valores encontrados neste trabalho (3,05 kgf), pode-se considerar a textura da carne de peito como extremamente macia.

A luminosidade (L) e a variável de cor  $a^*$  dos pés dos frangos de corte não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pelos níveis do RSF e adição ou não de carboidrases (Tabela 10).

Tabela 10. Coloração dos pés de frangos de corte alimentados com resíduo seco de fecularia suplementados ou não com carboidrases

Inclusão (%)	L	$a^*$	$b^*$
0	72,92	-0,39	29,65
2,5	71,51	-0,72	27,87
5,0	73,49	-1,30	25,48*
7,5	69,74	-0,06	25,67*
10,0	73,11	-1,12	24,55*
Média	72,15	-0,75	26,79
Cho'se	0,418	0,216	0,940
Inclusão	0,426	0,060	0,016
Interação	0,133	0,153	0,915
CV (%)	9,69	20,10	17,99
EPM	1,106	0,657	1,255
Inclusão	0,364	0,407	0,241
Linear	-	-	0,088
Quadrática	-	-	0,491

Cho'se: carboidrases;

\* Médias seguidas de \* diferem do nível de inclusão "0" pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores negativos de  $a^*$  indicam a tendência da cor da carne a verde, ao contrário dos valores positivos, que representam a cor vermelha (MINOLTA, 2007). De acordo com (FLETCHER, 2002) a variação nas colorações pode variar de acordo com o músculo ou órgão avaliado e também com as atividades físicas executadas pelo animal.

A variável de cor  $b^*$  não apresentou diferença com a inclusão ou não das carboidrases ( $P>0,05$ ), no entanto, com o aumento dos níveis de inclusão do RSF, houve um decréscimo dos valores de  $b^*$  ( $P<0,05$ ) a partir do nível de 5% quando comparado ao tratamento controle. Isso indica uma despigmentação na cor do pé, e pode estar relacionado à carência de pigmentos na mandioca e em seus coprodutos (SOUZA et al., 2011).

#### 4.4 Conclusão

O resíduo seco de fecularia pode ser utilizado nas dietas de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade até o nível avaliado de 10%, desde que associado ao uso de carboidratos, sem prejuízos sobre o desempenho ou o rendimento de carcaça e cortes das aves na idade de abate, bem como a qualidade da carne.

#### 4.5 Referências Bibliográficas

- BARBOZA, W. A.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Níveis de lisina para frangos de corte de 22 a 40 e 42 a 48 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1091-1097, 2000.
- BEDFORD, M. R.; APAJALAHTI, J. Microbial interactions in the response to exogenous enzyme utilization. **Enzymes in farm nutrition**. Londres: Cabi international, 2001. p.299-314.
- CAIRES, C. M.; FAGUNDES, N. S.; FERNANDES, E. A. et al. Enzimas na alimentação de frango de corte. **Revista Eletrônica Nutrtime**, v.5, p.491-497, 2008.
- CALDERANO, A. A.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. Composição química e energética de alimentos de origem vegetal determinada em aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.320-329, 2010.
- CARDOSO, D. M.; MACIEL, M. P.; PASSOS, D. P. et al. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.232, p.1053-1064, 2011.
- CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A.S.; FIALHO, E.T. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.
- DU, M.; AHN, D. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the growth rate of live broilers and on the abdominal fat content and quality of broiler meat. **Poultry Science**, v.81, n.3, p. 428-433, 2002.
- FERREIRA, A. H. C.; LOPES, J. B.; ABREU, M. et al. Raspa integral da raiz de mandioca para frangos de um a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.1, p.160-172, 2012.
- FLETCHER, D.L. Poultry meat quality. **Worlds Poultry Science**, v.58, n.2, p.131-145, 2002

GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M.; JIMENEZ-MORENO, E.; VALENCIA, D.G. et al. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. **Poultry Science**, v.86, n.8, p.1705–1715, 2007.

GREENE, C.E. et al. Infectious diseases of the dog and cat. Athens: Saunders, 2006. 934p.

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

MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaças e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.352-357, 2011.

MINOLTA, K. Precise Color Communication. 2007. Disponível em: <[http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color\\_communication.pdf](http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2015.

MOTTA, V.T. Bioquímica Clínica para o Laboratório: princípios e interpretações. 4 ed. Porto Alegre: Editora Médica Missau; São Paulo: Robe Editorial, 2003. 419 p

MOURÃO, D. M.; SALES, N. S.; PINHEIRO, H. M. S. Biodisponibilidade de vitaminas lipossolúveis. **Revista de Nutrição**, v.18, n.4, p.529-539, 2005.

NAKAMURA, M.; KATOK, K, Influence of thawing method on several properties of rabbit meat, **Bulletin of Ishika Prefecture College of Agriculture**, v.11, p.45-49, 1985.

OLIVO, R.; SOARES, A,L.; IDA, E,I, et al, Dietary vitamin e inhibits poultry PSE and improves meat functional properties, **Journal of Food Biochemistry**, v.25, n.4, p.271-283, 2001.

PICOLI, K. P.; MURAKAMI, A. E.; NUNES, R. V. et al. Cassava starch factory residues in the diet of slow-growing broilers. **Tropical Animal Health and Production**, v.46, n.8, p.1371-1381, 2014.

QIAO, M.; FLETCHER, D. L.; NORTH CUTT, J. K. et al. The relationship between rawbroiler breast meat colour and composition. **Poultry Science**, v.81, p. 422-427, 2002.

QIAO, M.; FLETCHER, D. L.; SMITH, D. P. et al. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water holding capacity, and emulsification capacity. **Poultry Science**, v. 80, p.676-680, 2001.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 599 p.

RAUPP, D. S.; MOREIRA, S. S.; BANZATTO, D. A. et al. Composição e propriedades fisiológico-nutritivas de uma farinha rica em fibra insolúvel obtida do resíduo fibroso de feccularia de mandioca. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.2. p.1-9, 1999.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. 2011. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, p.186.

SAEG, 1997. Sistema para análises estatísticas, versão 7.0.UFV, Viçosa: Fundação Arthur Bernardes.

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

SARTORI, J. R.; PEREIRA, A. K.; GONÇALVES, C. J. et al. Enzimas e simbióticos para frangos de corte criados no sistema convencional e alternativo. **Ciência Rural**, v.37, n.1, 2007.

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.

SILVA, T. P. L.; CABELLO, C. Propriedades da pasta e concentração de amido resistente em duas variedades de raízes de mandioca em diferentes estágios de desenvolvimento. **Revista Energia da Agricultura**, v.25, n.1, 0.138-151, 2010.

SOUZA, K. M. R.; CARRIJO, A. S.; KIEFER, C. et al. Farelo de raiz integral de mandioca em dietas de frangos de corte tipo caipira. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.231, p.489-499, 2011.

TORRES, D. M.; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B. et al. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p. 1401-1408, 2003.

YU, B. I.; CHUNG, T. K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, p.178-182, 2004.