

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

**DIETAS COM FARELO RESIDUAL DE MILHO SUPLEMENTADAS OU NÃO COM  
ENZIMAS PARA FRANGOS DE CORTE**

**JULIA DA SILVA BARROS**

RECIFE - PE  
AGOSTO - 2018

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

**DIETAS COM FARELO RESIDUAL DE MILHO SUPLEMENTADAS OU NÃO  
COM ENZIMAS PARA FRANGO DE CORTE**

**JULIA DA SILVA BARROS**  
(Zootecnista)

RECIFE - PE  
AGOSTO - 2018

**JULIA DA SILVA BARROS**

**DIETAS COM FARELO RESIDUAL DE MILHO SUPLEMENTADAS OU NÃO COM  
ENZIMAS PARA FRANGO DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.  
Área de concentração: Nutrição Animal.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke (UFRPE) - Orientadora

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello (UFRPE) - Coorientador

Pesquisador Dr. Jorge Vitor Ludke (EMBRAPA Suínos e Aves) - Coorientador

RECIFE - PE  
AGOSTO - 2018

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

B277d Barros, Julia da Silva  
Dietas com farelo residual de milho suplementadas ou não com enzimas para frango de corte / Julia da Silva Barros. - Recife, 2018. 64 f.: il.

Orientador: Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke.  
Coorientador: Carlos Bôa-Viagem Rabello e Jorge Vitor Ludke.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2018.  
Inclui referências e apêndice (s).

1. Frango de corte 2. Alimento alternativo 3. Nutrição animal  
4. Carcaça 5. Enzimas I. Ludke, Maria do Carmo Mohaupt Marques, orient. II. Rabello, Carlos Bôa-Viagem, coorient. III. Ludke, Jorge Vitor, coorient. IV. Título

CDD 636

**JULIA DA SILVA BARROS**

**DIETAS COM FARELO RESIDUAL DE MILHO SUPLEMENTADAS OU NÃO COM  
ENZIMAS PARA FRANGO DE CORTE**

Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 31 de agosto de 2018.

**Orientadora:**

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke  
Universidade Federal Rural de Pernambuco-SEDE  
Departamento de Zootecnia  
Presidente

**Comissão Examinadora:**

---

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

---

Prof. Dr. Claudio Jose Parro de Oliveira  
Universidade Federal de Sergipe  
Campus do Sertão – N. S. da Glória  
Departamento de Zootecnia

**RECIFE – PE  
AGOSTO - 2018**

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

JULIA DA SILVA BARROS - Filha de Wolder da Silva Barros Junior e Edja da Silva Barros, Mãe de Davi Barros Oliveira e casada com Almir Ferreira da Silva, nasceu em 19 de fevereiro de 1986, na cidade de Recife, Pernambuco. Concluiu o ensino médio em 2002 no Colégio Independência, em Recife e formou-se Técnica em Agropecuária no Colégio Dom Agostinho Ika no ano de 2005. Iniciou o curso de Biologia Licenciatura na Universidade de Pernambuco em 2006, o qual cursou até 2008. Neste ano, transferiu-se para Universidade Federal Rural de Pernambuco e para o curso de Zootecnia em 2008.2. Entre 2012 e 2015 atuou na iniciação científica até graduar-se como bacharel em Zootecnia. Em 2010 iniciou as atividades como técnica agrícola na Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco – ADAGRO - permanecendo até 2015. No ano de 2016 iniciou as atividades no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco na área de Produção de Não Ruminantes, com bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), concluindo o curso em agosto de 2018.

Ao meu marido e filho, pelo apoio, paciência, amor e ajuda nesta jornada. Pela compreensão de ambos em ficarem fins de semanas e, muitas vezes, até altas horas da noite comigo, em experimento. Amo vocês, Davi e Almir! Tesouros na minha vida.

Aos meus pais, Edja e Wolder. Nada disso se tornaria possível sem todo o apoio, amor e ensinamentos dados por toda a minha vida. Amo vocês incondicionalmente.

Meus heróis!

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fortalecer todos os dias para enfrentar as adversidades e por me abençoar com saúde, paz de espírito e sabedoria para concluir todo o trabalho.

Aos meus pais, Edja Barros e Wolder Júnior, pelo amor incondicional e por todo o apoio e, principalmente, por nunca desistirem de acreditar nos meus sonhos e objetivos; pelos aconselhamentos, pela paciência comigo e com Davi, que sempre é tratado como filho por vocês. Obrigada! Amo vocês.

À minha Vó Edna e ao meu irmão Neto, por todo carinho e apoio neste período.

Ao meu marido, Almir Ferreira, pelo apoio em todas as etapas do curso de mestrado, amor, dedicação, ensinamento, paciência e companheirismo. Obrigada, amor.

À minha sogra, Maria Tereza, pelo carinho e apoio nesta jornada.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Departamento de Zootecnia – SEDE, por proporcionarem, por meio de seus mestres, o ensino de excelência.

À minha comissão de orientação, Prof<sup>a</sup> Maria do Carmo, Dr. Jorge Ludke e Prof. Carlos Boavagem, por toda orientação e empenho que destinaram à execução da pesquisa e elaboração da dissertação.

Aos os funcionários que contribuíram ativamente para a realização do experimento, em especial a Sr Pedro, Tia Lica (xerox), Seu Dedinho, Lili, Carlos, Vanessa e Reinaldo. A toda equipe da Soll. Todos Vocês foram maravilhosos.

Agradeço a “Turma do Cabaré da Fisiologia”, por todos os momentos maravilhosos que passamos juntos, tanto no ambiente acadêmico quanto nas horas de descontrações que foram e sempre serão incríveis.

Aos amigos que contribuíram ativamente no período de pesquisa, como Jussiede, Heraldo, Andresa, Larissa, Lidiane, Juliane, Clara, Felipe e Carol. Obrigada.

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para chegar até este momento, pois já dizia o poeta: “ninguém é feliz sozinho”. OBRIGADA A DEUS E A TODOS!



## SUMÁRIO

<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	11
<b>CAPÍTULO I</b> .....	12
<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
<b>1. PROCESSAMENTO DO MILHO E OBTENÇÃO DE ALGUNS DERIVADOS</b> .....	13
<b>2. CARACTERÍSTICAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO FRM</b> .....	16
<b>3. FARELO RESIDUAL DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE NÃO- RUMINANTES</b> .....	20
<b>4. ENZIMAS</b> .....	21
4.1. TIPOS DE ENZIMAS E UTILIZAÇÃO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE .....	22
<b>4.1.1. Carboidrases</b> .....	23
<b>4.1.2 Proteases</b> .....	25
<b>4.1.3 Fitase</b> .....	25
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	27
<b>CAPITULO II</b> .....	31
<b>RESUMO</b> .....	32
<b>ABSTRACT</b> .....	33
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	33
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	35
<b>RESULTADOS</b> .....	37
<b>DISCUSSÃO</b> .....	40
<b>CONCLUSÃO</b> .....	46
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	47

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Composição química do farelo residual de milho (FRM) e do milho com os valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e cinzas (CZ), Amido, fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA). 16	16
<b>Tabela 2</b> Energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida para o nitrogênio (EMAn) do farelo residual de milho (FRM) e do milho para frangos de corte..... 17	17
<b>Tabela 3</b> Composição em aminoácidos totais do farelo residual de milho (FRM) e do milho ..... 17	17
<b>Tabela 4</b> Composição em carboidratos e lignina para o milho e frações industriais geradas através de processamento por via úmida ou via seca ..... 18	18
<b>Tabela 5</b> Composição percentual e valores nutricionais das dietas nas fases pré-inicial de 1 a 7 dias e inicial de 8 a 21 dias de idade ..... 49	49
<b>Tabela 6</b> Composição percentual e valores nutricionais das dietas crescimento de 22 a 35 e final 36 a 42 dias de idade..... 50	50
<b>Tabela 7</b> Consumo de ração durante as fases do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do FRM e suplementadas ou não com complexo enzimático ..... 51	51
<b>Tabela 8</b> Ganho de peso durante as fases do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do FRM e suplementadas ou não com complexo enzimático ..... 51	51
<b>Tabela 9</b> Conversão alimentar durante as fases do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do FRM e suplementadas ou não com complexo enzimático ..... 52	52
<b>Tabela 10</b> Peso vivo observado ao final das fases do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do FRM e suplementadas ou não com complexo enzimático ..... 52	52
<b>Tabela 11</b> Peso vivo observado ao final das fases do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do farelo residual de milho e suplementadas ou não com complexo enzimático ..... 53	53
<b>Tabela 12</b> Principais cortes da carcaça observado ao final do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do farelo residual de milho e suplementadas ou não com complexo enzimático ..... 53	53
<b>Tabela 13</b> Rendimentos dos principais cortes da carcaça observados ao final do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do farelo residual de milho e suplementadas ou não com complexo enzimático ..... 54	54
<b>Tabela 14</b> Pesos dos órgãos e gordura abdominal observados ao final do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do farelo residual de milho e suplementadas ou não com complexo enzimático ..... 54	54
<b>Tabela 15</b> Porcentagens dos pesos dos órgãos e gordura abdominal observadas ao final do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do farelo residual de milho e suplementadas ou não com complexo enzimático ..... 55	55

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Produtos obtidos do Milho .....	14
<b>Figura 2</b> Processamento do milho: Moagem via seca .....	15
<b>Figura 3</b> Representação esquemática das frações analíticas obtidas pelos métodos das soluções detergentes, Prosky, Uppsala e Englyst. Fonte: Mourão (2000).....	19
<b>Figura 4</b> Gráfico do ganho de peso de frangos de corte machos para os períodos de 1 a 35 dias, 22 a 42 dias e 1 a 42 dias para níveis de Farelo Residual de Milho nas rações (n=14).....	56
<b>Figura 5</b> Gráfico de conversão alimentar de frangos de corte machos para os períodos de 1 a 21, 1 a 35 e 1 a 42 dias para níveis de Farelo Residual de Milho nas rações (n=14).....	56
<b>Figura 6</b> Gráfico de conversão alimentar de frangos de corte machos para os períodos intermediários de 8 a 21 dias, 22 a 35 dias, 22 a 42 dias e 36 a 42 dias para níveis de Farelo Residual de Milho nas rações (n=14) .....	57
<b>Figura 7</b> Gráfico de peso de carcaça fria de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14) e para níveis em dietas com (n=7) e sem enzimas (n=7). .....	58
<b>Figura 8</b> Gráfico de peso de peito de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14) e para níveis em dietas com (n=7) e sem enzimas (n=7) .....	58
<b>Figura 9</b> Gráfico de peso de sobrecoxas de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14) e para níveis em dietas com (n=7) e sem enzimas (n=7) .....	59
<b>Figura 10</b> Gráfico de peso das coxas de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14) e para níveis em dietas com (n=7) e sem enzimas (n=7) .....	59
<b>Figura 11</b> Gráfico do peso do dorso de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14) e para níveis em dietas com (n=7) e sem enzimas (n=7) .....	60
<b>Figura 12</b> Gráfico de porcentagem de asas de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14) e para níveis em dietas com (n=7) e sem enzimas (n=7) .....	60
<b>Figura 13</b> Gráfico do peso relativo dos intestinos de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14) e para níveis em dietas com (n=7) e sem enzimas (n=7) .....	61

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

FRM- Farelo Residual de Milho

GP- Ganho de peso

PF- Peso final

CR- Consumo de ração

CA- Conversão alimentar

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A avicultura brasileira, nos últimos anos, tem superado seus índices de produção; isso se deve, em grande parte, ao melhoramento genético, avanços tecnológicos e pesquisas científicas. No entanto, a produção de frangos de corte, assim como as demais cadeias da avicultura, tem sofrido alguns entraves em sua produção, relacionados ao alto custo na alimentação.

O milho e farelo de soja são os ingredientes que compõem a maior parte da alimentação das aves, e essas matérias primas sofrem constantes oscilações no preço e na sua oferta, tendo em vista que a produção desses ingredientes também é destinada à alimentação humana e atendem ao mercado externo. O custo com alimentação é em torno de 70% do custo total de produção, devido à alimentação de animais de produção ser exclusivamente ração onde sua composição é composta principalmente por milho e farelo de soja. Nesse contexto, há uma preocupação em pesquisar alimentos alternativos que possam substituir parcial ou totalmente matérias-primas que são usualmente utilizadas nas rações para aves, e assim reduzir o custo de produção e atender de forma eficiente às necessidades fisiológicas e produtivas dos animais.

O uso do farelo residual do milho (FRM) pode ser uma alternativa para substituição do milho na composição da ração. No entanto, os alimentos alternativos nem sempre atendem aos aspectos qualidade e quantidade. No que diz respeito ao farelo residual de milho, a quantidade de fibra superior ao do milho em sua composição pode limitar sua inclusão na alimentação, porém, a adição de enzimas pode otimizar a sua utilização, tendo em vista o melhor aproveitamento desse alimento pelo animal. As enzimas podem disponibilizar os nutrientes, reduzindo sua excreção, e assim os ingredientes que compõem a ração serão mais aproveitados, proporcionando uma nutrição mais precisa.

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho e características de carcaça de frango de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farelo residual de milho, suplementadas ou não com complexo enzimático (amilases, xilanases e protease).

**CAPÍTULO I**  
**REFERENCIAL TEÓRICO**

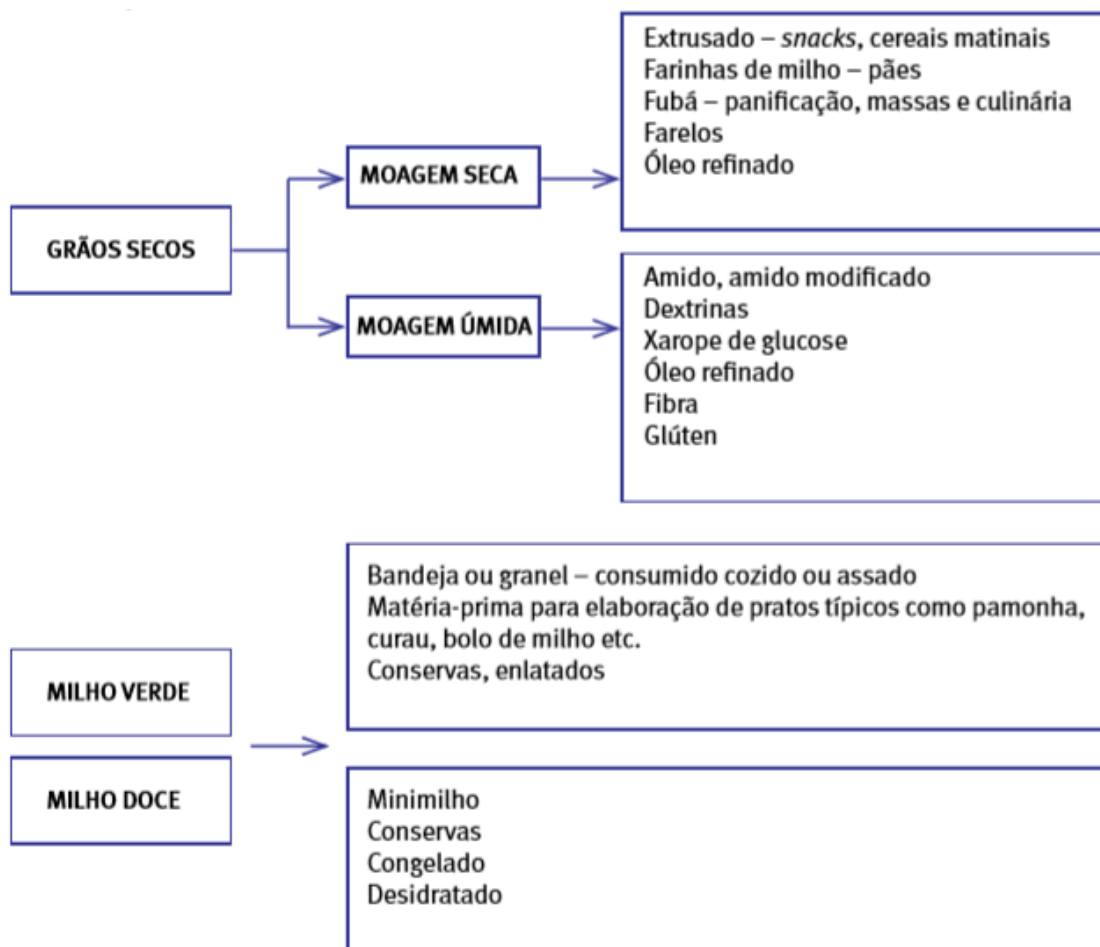
## 1. PROCESSAMENTO DO MILHO E OBTENÇÃO DE ALGUNS DERIVADOS

O milho, por ser o principal ingrediente energético nas dietas das aves e constituir cerca de 60 a 70% da ração, é bastante estudado na nutrição animal. Existem várias linhas de pesquisa com uso de ingredientes alternativos na nutrição de frango de corte, em especial, alimentos que o substituam (VALADARES, 2014).

A composição do grão de milho depende de sua variedade e, segundo Rostagno et al. (2017), possui 88,9% de matéria seca, 7,86% de proteína bruta, 1,73% de fibra bruta, 3,81% de extrato etéreo e 3901 kcal/kg de energia bruta. Porém, esses nutrientes são distribuídos de forma heterogênea nas diferentes estruturas do milho; por essa razão, a composição dos coprodutos derivados do grão dependerá da estrutura que participa de sua formação (DAS; SINGH, 2015; PAES, 2006).

O grão de milho pode ser dividido em três partes: o pericarpo, que representa 5,5% do grão e é constituído por 90% de fibra; o embrião ou gérmen, que representa 11,5% do grão e é constituído, principalmente, por lipídeos (34,5%), proteínas (18,8%), açúcares (10,8%), amido (8,2%) e matéria mineral (10,1%); e o endosperma, que representa 83% do grão e é constituído, principalmente, por amido (86,4%) e proteínas (9,4%) (CARVALHO; NAKAGAW, 2000; FERRARINI, 2004; LEAL, 2012).

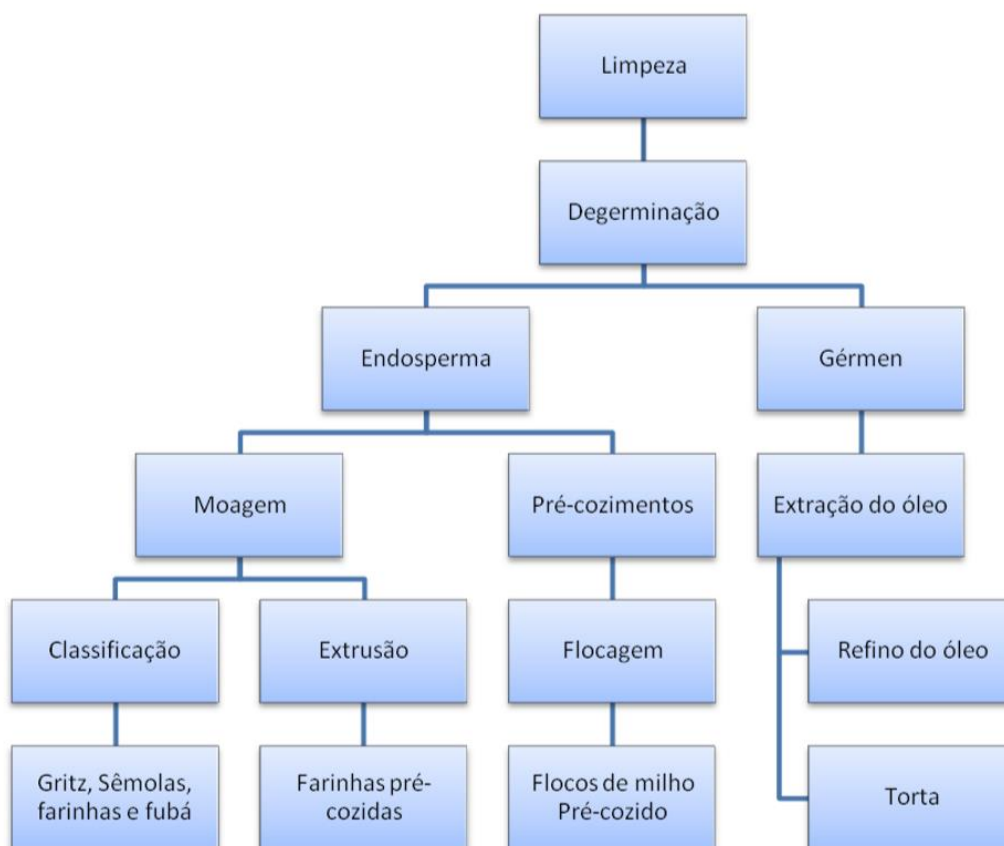
As principais etapas pós-colheita do milho são: recepção do produto na unidade armazenadora; se o produto for colhido úmido, deve seguir para as operações de pré-limpeza, secagem e limpeza e, a partir daí, para ser armazenado ou seguir para a indústria; para o milho que já foi seco no campo, a etapa de secagem não é necessária, sendo feita apenas a limpeza e armazenamento na indústria. Os derivados do milho são adquiridos por dois processos diferentes: moagem seca e úmida (Figura 1). Na moagem seca (Figura 2), o grão é separado basicamente em gérmen, pericarpo e endosperma, originando produtos como as farinhas, fubá, farelo, extrusado e óleo refinado; na moagem úmida, que apresenta como adicional em relação à moagem seca a etapa de maceração dos grãos, em que é utilizada uma solução de dióxido de enxofre em condições controladas, que propiciam a separação dos componentes do grão e maior extração do amido e da proteína, sendo possível obter uma vasta gama de produtos (D'ARCE et al., 2015).



**Figura 1: Principais produtos obtidos do Milho**

Fonte: D' Arce et al. (2015)





**Figura 2: Processamento do milho: Moagem via seca**

Fonte: Adaptado ABIMILHO (2010).

De acordo com a Figura 2, o processamento do milho a seco resulta em vários produtos para alimentação humana, e o mesmo grão gera subprodutos que poderão despertar interesse na alimentação animal. Nesse contexto, o farelo residual do milho é oriundo da fabricação do fubá e sido comumente avaliado na alimentação animal. Os subprodutos das agroindústrias têm se mostrado uma boa alternativa para compor as rações, principalmente as pequenas produções, por ser um produto com menor custo e de fácil aquisição. Porém, são necessárias pesquisas científicas que mostrem os efeitos e viabilizem o uso destes coprodutos na alimentação dos não ruminantes.

Segundo Rabello et al. (2012), os coprodutos gerados pelas indústrias de processamento do milho podem ser utilizados na alimentação de animais não ruminantes, com a finalidade de reduzir a dependência pelo grão e os custos de produção, além de ser uma alternativa que colabora para a preservação dos recursos naturais e com a produção animal sustentável.

## 2. CARACTERÍSTICAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO FRM

O resíduo da produção do cuscuz dá origem ao FRM composto por casca, parte do gérmen, porções do amido extraídos do grão durante as fases de processamento (BRUM et al., 2000; SANTOS et al.; 2013) e impurezas provenientes da seleção inicial dos grãos

Porém, a qualidade nutricional do FRM apresenta limitações ao serem utilizadas em dietas de aves, principalmente pelas fibras presentes na casca. A casca (pericarpo) é componente que confere ao FRM uma quantidade de fibra de 4 a 9%, valor maior que do milho (1,73%), o que pode limitar sua inclusão na alimentação de não-ruminantes

As Tabelas 1 e 2 demonstram, respectivamente, os valores da composição química e de energia do FRM para frangos de corte, com base na matéria natural, e os teores de aminoácidos presentes no farelo estão na Tabela 3, comparando-os com os valores de composição do milho. Considerando os valores médios na Tabela 1, maiores concentrações para o farelo residual de milho são observadas no comparativo com o milho: proteína bruta (26% superior), extrato etéreo (3,34 vezes), fibra bruta (3,44 vezes), cinzas (3,21 vezes), FDN (2,11 vezes) e FDA (2,54 vezes).

**Tabela 1** Composição química do farelo residual de milho (FRM) e do milho com os valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e cinzas (CZ), Amido, fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA).

Referências	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	CZ (%)	Amido (%)	FDN (%)	FDA (%)
Milho grão (ROSTAGNO et al., 2017)	88,90	7,86	3,81	1,73	1,11	63,4	13,8	3,16
FRM*								
ZANOTTO et al., 1996	88,88	9,14	11,33	5,20	3,20	40,40	27,77	7,30
BRUM et al., 2000	91,60	9,56	11,41	4,11	3,29	43,37	25,74	6,31
SANTOS et al., 2013	88,50	10,80	12,90	5,04	3,90	38,62	26,71	7,14
NASCIMENTO, 2015	90,53	10,05	12,88	9,17	3,19	35,37	37,30	11,19
VALADARES et al., 2016	88,33	10,23	15,44	6,43	4,33	36,17	29,50	8,48

\*Valores de Amido, FDN e FDA do FRM são estimados segundo Feedipedia (2015).

Na Tabela 1, os dados referentes ao milho são originados das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2017) e para o FRM os valores de amido, FDN e FDA foram estimados com base em fórmulas apresentadas por Feedipedia (2015), utilizando os valores de FB, PB e cinzas da tabela transformados em porcentagem na matéria seca. Os valores estimados originalmente são expressos em porcentagem na

matéria seca e, na tabela, são apresentados na matéria natural. As equações são: Amido =  $63,7 - 1,43 \times \text{FB} - 1,43 \times \text{Cinzas} - 0,46 \times \text{PB}$ ; FDN =  $20,9 + 2,31 \times \text{FB} - 0,88 \times \text{Cinzas}$  e FDA =  $2,54 + 0,97 \times \text{FB}$ . Os valores de média para o FRM são calculados considerando proporcionalmente a matéria seca.

**Tabela 2** Energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida para o nitrogênio (EMAn) do farelo residual de milho (FRM) e do milho para frangos de corte

Referências	EB (kcal/kg)	EMA(kcal/kg)	EMAn(kcal/kg)
Milho grão (ROSTAGNO et al., 2011)	3940	3381	-
<b>FRM</b>			
BRUM et al. 2000	4407	-	3040
SANTOS et al. 2013	4638	3178	3017
VALADARES et al., 2016	4555	3322	3241

**Tabela 3** Composição em aminoácidos totais do farelo residual de milho (FRM) e do milho

Aminoácido	Milho (ROSTAGNO et al., 2011)	ZANOTTO et al. (1996)	BRUM et al. (2000)	NASCIMENTO (2015)
Lisina (%)	0,23	0,46	0,42	0,49
Histidina (%)	0,23	0,27	0,26	0,29
Arginina (%)	0,37	0,58	0,56	0,71
Treonina (%)	0,32	0,33	0,32	0,38
Valina (%)	0,37	0,44	0,38	0,48
Metionina (%)	0,16	0,25	0,25	0,17
Isoleucina (%)	0,27	0,28	0,24	0,29
Leucina (%)	0,94	0,78	0,71	0,73
Fenilalanina (%)	0,37	0,39	0,36	0,40
Triptofano (%)	0,06	0,10	0,09	-

O valor energético do FRM é inferior ao milho grão, no entanto, o seu conteúdo proteico e conseqüentemente de aminoácidos totais é superior, com destaque para o teor de metionina e de lisina que são os principais aminoácidos limitantes para aves (NASCIMENTO, 2015).

Na Tabela 4 está apresentada a composição em termos de carboidratos e lignina em função da metodologia de análise proposta por Bach-Knudsen (1997).

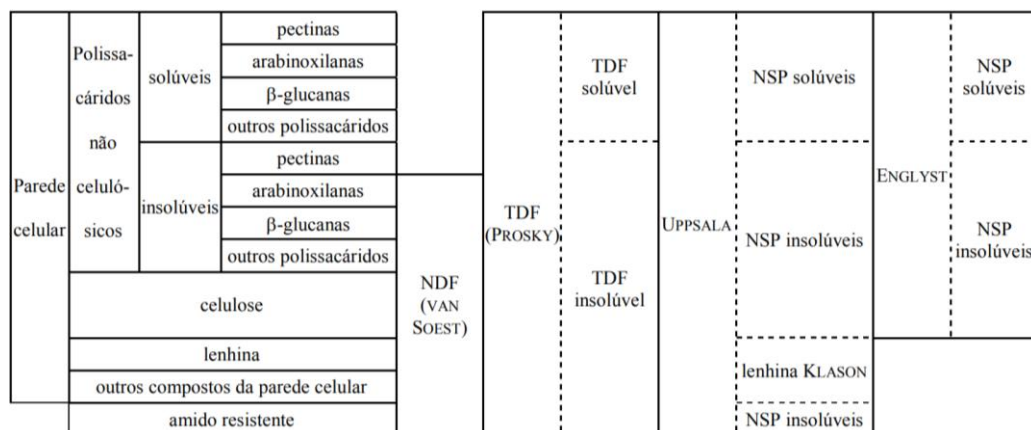
**Tabela 4** Composição em carboidratos e lignina conforme especificado seguindo a metodologia de análise adotada por Bach-Knudsen (1997), expressa em g kg<sup>-1</sup> de matéria seca, para o milho e frações industriais geradas por meio de processamento por via úmida ou via seca, para o milho e frações industriais geradas através de processamento por via úmida ou via seca

Fração dos carboidratos (g kg <sup>-1</sup> na MS)	Grão	Farelo	Farinha
A - Açúcares baixo peso molecular	20	32	10
B – Amido	690	376	902
C - Polissacarídeos Não Celulósicos Totais – PNC (Solúveis / Insolúveis)	10 / 67	32 / 240	9 / 13
Resíduos de Xilose	2 / 28	5 / 129	3 / 3
Resíduos de Arabinose	3 / 19	6 / 66	3 / 3
Resíduos de Manose	2 / 1	1 / 3	1 / 0
Resíduos de Galactose	1 / 4	2 / 18	1 / 0
Resíduos de Glicose	1 / 9	6 / 10	0 / 5
Res. de Ácidos Urônicos	1 / 6	12 / 32	1 / 2
D – Celulose	22	83	0
Lignina Klason	11	25	4
PNA - Polissacarídeos Não Amiláceos Totais (C + D)	99	355	22
PNA (Solúveis / Insolúveis)	10 / 89	32 / 323	9 / 13
Fibra dietética Total	108	379	25
CHO e Lignina (Analisados)	823	791	940
CHO e Lignina (Calculados)	830	775	904

Fonte: Adaptado de Bach-Knudsen (1997)

Considerando as diferenças entre o grão e o farelo na especificação dos carboidratos, segundo Bach-Knudsen (1997) pode ser concluído que quase não existe alteração nas proporções entre o total de PNA e a celulose (4,5:1 no milho x 4,3:1 no farelo). Pequena diferença é verificada entre a relação de PNA totais e o PNC solúvel (7,7:1 no milho x 8,5:1 no farelo). Porém, as relações da xilose e arabinose insolúveis sobre a concentração total de PNC insolúvel variam (0,7015 no milho x 0,8125 no farelo). Isso demonstra que as proporções de xilose e arabinose insolúveis estão aumentadas no farelo de milho. No comparativo entre milho e o farelo derivado, e considerando a situação global dos carboidratos, existe uma alteração acentuada na relação entre o amido e o PNA total (6,97:1 no milho x 1,06:1 para o farelo). Isto é, a

proporção PNA total (solúvel + insolúvel) com os carboidratos totais se altera (0,12 para o milho x 0,45 para o farelo), ou seja, no farelo metade dos carboidratos é composta por PNA (solúvel + insolúvel). Uma melhor visualização sobre as frações das paredes celulares de cereais, segundo diferentes metodologias de análise estão representadas na Figura 3 conforme apresentado por Mourão (2000).



**Figura 3** Representação esquemática das frações analíticas obtidas pelos métodos das soluções detergentes, Prosky, Uppsala e Englyst. Fonte: Mourão (2000)

### **3. FARELO RESIDUAL DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE NÃO-RUMINANTES**

As fibras alimentares compõem um dos fatores antinutricionais existentes nos ingredientes, principalmente considerados alternativos provenientes de coprodutos agroindustriais (BRITO et al., 2008).

Segundo Pinheiro et al. (2002), o complexo celulolítico das plantas apresenta baixa digestibilidade pelas aves, aumentando a perda endógena de nutrientes e a diluição da dieta, atuando como barreira que impede a ação das enzimas sobre os nutrientes inseridos na digesta, além de reduzir o aproveitamento energia das rações.

Silva et al. (1997) avaliaram o efeito da utilização do FRM em diferentes níveis de substituição ao milho na dieta de leitões na fase inicial sobre as características de desempenho e observaram um pior desempenho dos leitões. Também, Zanotto et al. (1996), ao avaliarem a utilização do FRM com diferentes níveis de substituição ao milho (0, 25, 50 75 e 100%) em dietas para frangos de corte observaram efeito negativo sobre o ganho de peso e o consumo de ração nos níveis acima de 50% de inclusão, e concluíram que o FRM pode substituir o milho em até 50%.

Já Nascimento (2015) incluiu diferentes níveis de FRM na alimentação de frangos de corte, concluiu que o subproduto não influenciou as características de carcaça avaliadas, e que o nível de 13% de FRM na ração proporcionou desempenho superior das aves em comparação à dieta-controle. De acordo com Valadares et al. (2016), recentes estudos têm sido direcionados para o uso do FRM associado a enzimas, com o objetivo de aumentar o valor nutricional do coproduto, para que possam ser usados de forma mais eficiente visando incrementar o valor econômico do subproduto.

#### 4. ENZIMAS

Enzimas são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária que agem como catalisadores biológicos e que podem conter outras substâncias, tais como vitaminas e minerais como cofatores (FIREMAN; FIREMAN, 1998), capazes de atuar em substratos específicos com o objetivo de aumentar a velocidade de uma reação, sem serem elas próprias alteradas neste processo (CHAMPE, 1989).

De acordo com Amorim et al. (2011), as enzimas podem ser de dois grupos: as endógenas, que são sintetizadas no trato gastrointestinal dos animais, e as exógenas, que não podem ser secretadas no organismo animal, uma vez que estes não possuem em seu código genético indicação para sua síntese (SOTO-SALANOVA et al., 1996). Assim, as enzimas exógenas além de melhorar a eficiência de utilização dos alimentos, contribuem para melhor uso de ingredientes de baixo custo para a alimentação animal, pois as mesmas contribuem para a diminuição da viscosidade da digesta, melhorando a ação das enzimas endógenas sobre os substratos específicos (RIBEIRO et al., 2011).

As enzimas exógenas são utilizadas nas dietas de animais não ruminantes para promover a complementação da ação das enzimas endógenas ou suprir a falta ou produção ineficiente destas pelo organismo (KACZMAREK et al., 2009; Regis et al., 2010), com o intuito de aumentar a digestibilidade dos nutrientes e remover os fatores antinutricionais (REGIS et al., 2010; ADEOLA et al., 2010; COWIESON et al., 2010).

A melhora da capacidade digestiva das aves, por meio do uso de enzimas suplementares, apresenta-se como uma alternativa não só para melhorar o desempenho animal, mas também como forma de reduzir a quantidade de excretas produzidas, o que reduz o potencial contaminante do ambiente de produção e, portanto, passa a ser uma alternativa a ser considerada para atenuar os efeitos da remoção dos promotores de crescimento (VIEIRA, 2003).

Uma das tecnologias utilizadas atualmente na nutrição animal é a incorporação de complexos enzimáticos à dieta, a fim de favorecer a disponibilização de nutrientes ao animal. Este recurso tecnológico auxilia no manejo nutricional quando se inclui nas rações alimentos alternativos, como o farelo residual de milho.

A utilização de enzimas na produção de monogástricos é amplamente aceita e comprovada cientificamente, pois, dependendo do tipo de enzima adicionada à dieta, podem-se observar melhorias no desempenho, na digestibilidade dos nutrientes, na morfometria intestinal, na saúde e na imunidade dos animais, além de minimizar o

impacto ambiental por meio de redução na excreção dos nutrientes (SAKOMURA et al. 2014). Alguns fatores secundários, também, devem ser levados em conta, como a relação do nutriente na dieta, estado sanitário dos animais, temperatura ambiental, balanço eletrolítico, manejo, forma física e processamento térmico da ração, podendo afetar o consumo de ração e, conseqüentemente, a quantidade de nutrientes ingeridos que poderá favorecer ou não a ação das enzimas (RAVIDRAN et al., 2013).

Segundo Sheppy (2001), existem quatro principais razões para utilização de enzimas na nutrição animal: 1- Remoção de fatores antinutricionais: os componentes da parede celular dos grãos ( $\beta$ -glucanos e arabinose), são fatores antinutricionais presentes em dietas das aves. Quando estes componentes se encontram na forma solúvel, aumentam a viscosidade da ingesta, interferindo na motilidade e na absorção de outros nutrientes, proporcionando o aparecimento de fezes úmidas e pegajosas, sendo a causa de baixos desempenho zootécnicos. As enzimas  $\beta$ -glucanases são específicas para estas frações de polissacarídeos e podem ser adicionadas nas dietas para melhorar a qualidade nutricional dos grãos de cereais, como a cevada, centeio, aveia, trigo e triticales; 2- Aumento da disponibilidade de nutrientes: a má digestibilidade das matérias primas é, a princípio, o resultado da quantidade insuficiente de enzimas endógenas para extrair os nutrientes dos alimentos. A suplementação de enzimas nas dietas pode melhorar a ação das enzimas endógenas sobre os ingredientes tradicionais, melhorando o seu valor nutritivo e o desempenho das aves; 3- Aumento na digestibilidade de polissacarídeos não amiláceos (fibras): os monogástricos não têm capacidade endógena para digerir as fibras. Enzimas exógenas podem ser utilizadas para hidrolisar os polissacarídeos não amídicos que podem, potencialmente, serem utilizados pelas aves; 4- Suplementação na produção de enzimas endógenas: em aves e suínos jovens, a produção de enzimas endógenas é menor que em adultos, de modo que, a digestibilidade dos alimentos, em geral, é menor nos animais jovens, podendo ser melhorada pela adição.

#### 4.1. TIPOS DE ENZIMAS E UTILIZAÇÃO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE

As principais enzimas disponíveis no mercado são as carboidrases, proteases e fitases, nas suas formas livres ou em complexos enzimáticos. Segundo Campestrini et al. (2005), normalmente, as enzimas comerciais usadas como aditivos não contêm uma única enzima, mas, ao contrário, são preparados enzimáticos contendo uma variedade



de enzimas, o que é desejável, uma vez que as rações são compostas por vários ingredientes.

Opalinski et al. (2010) avaliaram o efeito da adição de enzima exógena sobre o desempenho de frangos de corte alimentados com soja integral, que apresenta fatores antinutricionais como os inibidores de tripsina, lectinas e polissacarídeos não amiláceos. De acordo com os autores, o complexo enzimático contendo xilanase,  $\beta$ -glucanase, manase, pectinase e protease em dietas à base de soja integral melhorou o desempenho de frangos quando comparado à dieta sem inclusão de enzimas.

A mistura de amilase, protease e xilanase em dietas à base de milho e farelo de soja, pode beneficiar o desempenho zootécnico de frangos e isso pode indicar que esses animais têm deficiências na produção enzimática endógena em algumas fases da vida (ZANELLA et al., 1999).

Apesar de vários trabalhos demonstrarem que a utilização de enzima na alimentação animal pode reduzir o custo de produção e aumentar o desempenho zootécnico, outros afirmam que a utilização ainda necessita de pesquisas para afirmar a melhor fase de utilização e sobre quais composições nutricionais devem ser aplicadas, pois alguns trabalhos não proporcionam efeito significativo com a utilização das enzimas.

Garcia et al. (2003), ao avaliarem dietas à base de milho e farelo de soja e contendo 40 ppm de  $\alpha$ -amilase verificaram que aumentou o consumo de ração e o ganho de peso, porém, não houve efeito sobre a conversão alimentar em frangos de corte.

Cardoso et al. (2011), analisando rações com a inclusão de  $\alpha$ -amilase exógena na dieta de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, observaram que não houve alteração no desempenho produtivo e nos custos da alimentação das aves com a adição de  $\alpha$ -amilase.

#### **4.1.1. Carboidrases**

Este grupo de enzimas é responsável pela hidrólise dos carboidratos, tendo como finalidade melhorar o aproveitamento da energia dos ingredientes nas rações avícolas, sendo compreendidas pelas amilases, xilanases, pectinases,  $\beta$ -glucanases,  $\alpha$ -galactosidade, e celulases.

Inicialmente, as enzimas eram utilizadas em rações contendo ingredientes com alta quantidade de polissacarídeos não-amiláceos (PNA's), como trigo, centeio, triticale, cevada e aveia. Entretanto, pesquisadores têm demonstrado a possibilidade de utilização

de complexos enzimáticos em rações à base de cereais com baixa viscosidade (milho, sorgo e farelo de soja), objetivando aumentar a utilização do amido e da proteína (FIALHO, 2003).

Conte et al. (2003) verificando o efeito do uso da fitase e xilanase no desempenho e na deposição óssea de minerais em frangos de corte alimentados com dietas contendo 15% de farelo de arroz observaram que a inclusão de xilanase não afetou significativamente o peso vivo e o consumo de ração, porém melhorou significativamente a conversão alimentar nas duas idades avaliadas, em função de menor consumo de ração nas aves que receberam xilanase.

Adeola et al. (2010) afirmaram que o FRM pode ser utilizado na alimentação de aves com a adição de enzimas carboidrases. Em estudo realizado pelos autores, com o objetivo de determinar o valor energético do farelo residual de milho, oriundo de indústrias alcooleiras, com e sem adição de complexo enzimático (xilanase e alfa-amilase), demonstraram que a suplementação com carboidrases melhorou a energia digestível ileal, a energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn), em 12, 5,7, e 6,2%, respectivamente.

As xilanases são uma classe de enzimas que degradam o polissacarídeo linear beta-1,4-xilano em xilose decompondo, assim, a hemicelulose, um dos principais componentes das paredes celulares das plantas.

Valverde (2001) cita que as enzimas são adicionadas às rações com os objetivos de remoção de fatores antinutricionais, aumento da disponibilidade de nutrientes, aumento da digestibilidade de polissacarídeos não amiláceos e suplementação na produção de enzimas endógenas.

Slominski et al. (2006) e Meng et al. (2006), utilizando a suplementação de enzimas para avaliar o aproveitamento energético das dietas, verificaram que o uso de enzimas exógenas demonstrou eficiência na degradação dos PNAs, melhorando o uso da energia da dieta e, também, a digestão da gordura de origem vegetal.

Valadares et al. (2016) conduziram um estudo com diferentes níveis de substituição de uma ração referência por FRM para frangos de corte, associado ou não com enzima alfa-amilase. Verificaram que a adição enzimática melhorou os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca e da energia bruta, indicando maior disponibilização dos nutrientes para o aproveitamento animal.

#### **4.1.2 Proteases**

As proteases, também, são enzimas endógenas, com ação proteolítica, e podem ser classificadas como endopeptidases ou exopeptidases. Ambos os tipos de enzima atacam ligações peptídicas de proteínas e polipeptídeos. A diferença entre elas é que as endopeptidases limitam seu ataque a ligações de dentro da molécula proteica, quebrando grandes cadeias de peptídeos em segmentos menores, já as exopeptidases (carboxipeptidases), que agem na porção carboxil terminal, liberam os aminoácidos individualmente (SAKOMURA, et al., 2014).

Segundo Leite et al. (2012), as proteínas dietéticas não são utilizadas completamente pelas aves; com isso, a inclusão de proteases na dieta pode melhorar o valor nutricional por meio da hidrólise de certos tipos de proteínas que resistem ao processo digestivo, por intermédio da complementação das enzimas digestivas das próprias aves.

As proteínas são constituídas por aminoácidos que são os nutrientes mais onerosos da ração, por isso, segundo Wang et al. (2006), quando existe o potencial de aumentar a utilização dos aminoácidos das dietas mediante o suplemento das proteases é possível reduzir os custos com a suplementação de aminoácidos sintéticos.

Oxenboll et al. (2011), estudando os benefícios da utilização de proteases em frangos, relatam que esse tipo de enzima apresenta não só os benefícios no desempenho animal, mas também ao ambiente, pois diminui a excreção de nitrogênio.

De acordo com Meneghetti et al. (2007), a utilização de proteases exógenas pode maximizar a disponibilidade de aminoácidos e direcioná-los para a manutenção e crescimento dos animais, contribuindo também com o aumento de energia metabolizável aparente das rações e, conseqüentemente, melhorando o desempenho e diminuindo o custo de alimentação.

#### **4.1.3 Fitase**

A utilização da fitase nas rações tem por objetivo de aumentar a disponibilidade do fósforo orgânico, presente na forma de fitato nos ingredientes de origem vegetal, assim podendo reduzir o custo da adição do fósforo inorgânico na ração.

A molécula de fitato é um fator antinutricional, possuindo em sua estrutura grupos ortofosfatos altamente ionizáveis, os quais afetam a disponibilidade de cátions

como o cálcio, zinco, cobre, magnésio e ferro no trato gastrointestinal, o que resulta na formação de complexos insolúveis (SOHAIL; ROLAND, 1999).

A fitase catalisa o fitato disponibilizando fósforo e outros elementos outrora indisponíveis como cálcio, magnésio, zinco, ferro e moléculas orgânicas, como aminoácidos (ROLAND et al., 2006).

Laurentiz et al. (2007), avaliando o efeito da fitase (100g/T, 500 FTU/kg) em rações com redução nos níveis de P para frangos de corte na fase final de criação, observaram que a redução de 0,38% para 0,14% de fósforo disponível (Pd) proporcionou desempenho e características ósseas semelhantes à dieta-controle.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEOLA, O.; JENDZA, J.A.; SOUTHERN, L.L.; POWELL, S.; OWUSU-ASIEDU, A. Contribution of exogenous dietary carbohydrases to the metabolizable energy value of corn distillers grains for broiler chickens. **Poultry Science**, v. 89, p.1 947-1954, 2010.

ALIZADEH, M.; RODRIGUEZ-LACOMPTE, J.C.; ROGIWICZ, A.; PATTERSON, R.; SLOMINK, B.A. Effect of yeast-derived products and distillers dried grains with solubles (DDGS) on growth performance, gut morphology, and gene expression of pattern recognition receptors and cytokines in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 1, p. 1-11, 2016.

BACH-KUDSEN, K. E. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science and Technology**, v. 67, n. 4, p. 319-338, 1997.

BRASIL. **Cadeia produtiva do milho**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007. 108 p.

BRITO, M. S.; OLIVEIRA, C.F.S; SILVA, T.R.G.; LIMA, R.B.; MORAIS, S.N. SILVA, J.H.V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – Revisão. **Acta Veterinária Brasilica**, v. 2, p. 111-117, 2008.

BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; LIMA, G.J.M.M.; VIOLA, E.S. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 995-1002, 2000.

CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. Brasília, D: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2010. 174 p.

CARDOSO, D. M., MACIEL, M. P., PASSOS, D. P., SILVA, F. V., REIS, S. T.; AIURA, F. S. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, p. 1053-1064, 2011.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p

CONTE A. J.; TEIXEIRA A. S.; FIALHO, E. T.; SCHOULTEN, N. A.; BERTECHINI, A. G. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz. **R. Bras. Zootec.**, v. 32, n. 5, p. 1147-1156, 2003.

COWIESON, A. J. Strategic selection of exogenous enzymes for corn/soy based poultry diets. **The Journal of Poultry Science**, v. 47, p. 1-7, 2010.

DAS, A. K.; SINGH, V. Antioxidative free and bound phenolic constituents in pericarp, germ and endosperm of Indian dent (*Zea mays* var. *indentata*) and flint (*Zea mays* var. *indurata*) maize. **Journal of Functional Foods**, v. 13, p. 363-374, 2015.

EVANGELISTA, F.R.; FILHO, A.N.; OLIVEIRA, A.A.P. A avicultura industrial de corte no Nordeste: aspectos econômicos e organizacionais. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. **Anais**. n. 46, p. 14-2, 2008.

FEEDIPEDIA. 2015. **Feedipedia**: An on-line encyclopedia of animal feeds. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/cache/normal/www.feedipedia.org/.html> Acessado em: 03 Jul. 2018.

FERRARINI, H. **Determinação de teores nutricionais do milho por espectroscopia no infravermelho e calibração multivariada**. Dissertação (Mestrado em Química) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR 2004, 125p.

FIALHO, E.T. Alimentos alternativos para suínos. **Anais do Simpósio Brasileiro de Nutrição Animal**. Itapetinga, SP, p.35-98. 2003.

GRACIA, M. I.; ARANIBAR, M. J.; LAZARO, R.; MEDEL, P.; MATEOS, G. G. Alpha-amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, v. 82, p. 436-442, 2003.

KACZMAREK, S.; BOCHENEK, M.; JÓZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A. Effect of enzyme supplementation of diets based on maize or hominy feed on performance and nutrient digestibility in broilers. **Journal of Animal and Feed Science**, v. 18, p. 113-123, 2009.

LAURENTIZ, A.C. JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S.; ASSUENA, V.; CASARTELLI, E.M.; COSTA, R. Efeito da adição da enzima fitase em rações para frangos de corte com redução dos níveis de fósforo nas diferentes fases de criação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 207-216, 2007.

LEAL, P.C. **Qualidade de grãos de milho em dietas para frangos**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, CURITIBA, PR, 2012, 97p.

LEITE, P. R. S. C.; MENDES, F. R.; LUZIA, M.; PEREIRA, R.; LACERA, M. J. R. Limitações da utilização da soja integral e farelo de soja na nutrição de frangos de corte. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 15, 2012.

MOURÃO, J. L. Polissacáridos da parede celular dos cereais na alimentação do *Gallus domesticus*. Tese de Doutorado, Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2000 (Doutorado em Ciência Animal), 314 p.

NASCIMENTO, E.V.A. **Farelo residual de milho na alimentação de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015, 59 p.

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

OXENBOLL, K. M; PONTOPIDDAN, K; FRU-NJI, F. Use of a Protease in poultry feed offers promising environmental benefits. **International Journal of Poultry Science**, v. 10, n. 11, p. 842-848, 2011.

PAES, M.C.D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Embrapa Milho e Sorgo**. Circular Técnica, 75, 2006.

PINHEIRO, J. W.; FONSECA, A.N.; SILVA, C.A.; CABRERA, L.; BRUNELI, F.A.T.; TAKAHASHI, S.E. Farelo de girassol na alimentação de frangos de corte em diferentes fases de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1418-1425, 2002.

RABELLO, C. B. V.; SILVA, A.F.; LIMA, S.B.P.; PANDORFI, H.; SANTOS, M.J.B.; LOPES C.C. Farelo de glúten de milho na alimentação de frangas de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 7, p. 367-371, 2012.

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

ROLAND, D.A. Comparison of Natuphos and Phyzyme as Phytase Sources for Commercial Layers Fed Corn-Soy Diet. **Poultry Science**, v. 22, p. 102-108, 2006.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. 3ª edição, Viçosa, MG: UFV, 252 p., 2011.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2. Ed. Jaboticabal: Funep, 262p. 2016.

SAKOMURA, N.K.; SILVA, J. H. V.; PERAZZO, F. G.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. 2. Ed. Jaboticabal: Funep, 468p. 2014.

SANTOS, J.B.M.; LUDKE, M. C. M. M.; LUDKE, J.V.; TORRES, T.R.; LOPES, L.S.; BRITO, M.S. Composição química e valores de energia metabolizável de ingredientes alternativos para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 32-40, 2013.

SHEPPY, C. The current feed enzyme market and likely trends. Enzyme In: **Farm Animal Nutrition**, CABI, N, p.1-10, 2001.

SILVA, J.B. **Farelo residual de milho (Hominy Feed) na alimentação de suínos nas fases inicial e crescimento**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Dissertação (Mestrado em Zootecnia), 1996, 113p.

SILVA, J.S. Estrutura, composição e propriedade dos grãos. In: SILVA, J.S., CORRÊA, P.C. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. 2.ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008, cap. 2, p. 21-37.

SLOMINSKI, B.A.; MENG, X.; CAMPBELL, L.D.; GUENTER, W.; JONEST, O. The use of enzyme technology for improved energy utilization from full-fat oil seeds. Part II: Flaxseed. **Poultry Science**, v. 85, p. 1031-1037, 2006

SOHAIL, S. S.; ROLAND, D. A. Influence of supplemental phytase on performance of broilers four to six of age. **Poultry Science**, v. 78, p. 550-555, 1999.

VALADARES, C. G. **Farelo residual de milho com e sem enzima em dietas para frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2014, 50 p.

VALADARES, C.G.; SANTOS, J.S.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; SILVA, J.C.N.S.; PEREIRA, P.S. Determinação da energia metabolizável do farelo residual do milho com e sem enzima em dietas para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 3, p. 748-754, 2016.

VALVERDE, C.C. **250 maneiras de preparar rações balanceadas para frangos de corte**. Ed. Aprenda fácil, Viçosa: UFV, 2001. 261p.

VIEIRA, S. L. Oportunidade para o uso de enzimas em dietas vegetarianas. IV SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2003, Chapecó – SC. **Anais...** Chapecó: 2003. p. 91 - 95.

ZANELLA, I. **Suplementação enzimática em dietas a base de milho e sojas processadas sobre a digestibilidade de nutrientes e desempenho de frangos de corte**. Jaboticabal, Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, 1998. 179p.

ZANOTTO, D.L.; BRUM, P.A.R.; GUIDONI, A.L.; LIMA, G.J.J.M.; BELLAVÉ, C. Utilização de farelo residual de milho em dietas de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais**. Concórdia: EMBRAPA – Suínos e Aves, 1996.



## **CAPITULO II**

**DIETAS COM FARELO RESIDUAL DE MILHO SUPLEMENTADAS OU NÃO  
COM ENZIMAS PARA FRANGOS DE CORTE**

## RESUMO

A pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de farelo residual de milho (FRM) em dietas suplementadas ou não com complexo enzimático contendo xilanase, amilase e protease. (C/E - com enzima; S/E - sem enzima). Foram utilizados 1.536 pintos de corte de um dia de idade, machos da linhagem Ross 308 (AP95) distribuídos em um arranjo fatorial 4x2 (quatro níveis de inclusão de FRM x C/E e S/E) com oito repetições e 24 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de dietas com níveis de 0%, 18%, 36% e 54% de FRM combinadas com ou sem o complexo enzimático. Rações fareladas e água foram fornecidas *ad libitum*. O desempenho foi avaliado durante o período de 1 a 42 dias com quatro fases: pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e terminação (36 a 42 dias). Ao final de cada fase experimental foram avaliados o peso das aves e as sobras de ração para determinar as variáveis de desempenho zootécnico. Ao final de 42 dias, duas aves de cada parcela foram abatidas para avaliação dos rendimentos da carcaça, cortes comerciais e vísceras comestíveis. As variáveis foram analisadas estatisticamente pela Anova para efeito de enzima, de níveis e interação, e análise de regressão para níveis. Os resultados demonstraram que não houve efeito de interação entre os níveis de inclusão do FRM e a suplementação do complexo enzimático para as variáveis de desempenho, características de carcaça, peso e rendimento dos órgãos. Houve efeito de nível e enzima para ganho de peso e conversão alimentar para o período de 1 a 42 dias, peso aos 42 dias e peso de abate ao jejum, peso do peito, sobrecoxa, coxa, asa, moela e gordura abdominal. O FRM pode ser utilizado nas dietas de frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias), entretanto, isto não procede na fase final, devido a necessidade do frango de maior aporte energético, sendo assim, a não recomendação deste ingrediente nas dietas. A adição do complexo enzimático, independente do nível de FRM, proporcionou aumento no ganho de peso, conversão alimentar e peso do peito, coxa e sobrecoxa dos animais.

**Palavras-chave:** Alimento alternativo, Aves, Complexos enzimáticos, Desempenho, Rendimento de carcaça.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the performance and carcass characteristics of broiler chickens fed with different levels of inclusion of residual corn meal (FRM) in supplemented or non-supplemented enzymatic complexes containing xylanase, amylase and protease (C / E - with enzyme; S / E - without enzyme). A total of 1,536 one-day-old male broilers from the Ross strain 308 (AP95) were distributed in a 4x2 factorial arrangement (four inclusion levels of FRM x C / E and S / E) with eight replicates and 24 birds per unit experimental. The treatments consisted of diets with levels of 0%, 18%, 36% and 54% of FRM combined with or without the enzymatic complex. Feed and water were supplied ad libitum. The performance was evaluated during the period from 1 to 42 days with four phases: pre-initial (1 to 7 days), initial (8 to 21 days), growth (22 to 35 days) and termination (36 to 42 days). At the end of each experimental phase, the weight of the birds and the leftovers were determined to determine the variables of zootechnical performance. At the end of 42 days, two birds of each plot were slaughtered for evaluation of carcass yield, commercial cuts and edible viscera. The variables were statistically analyzed by Anova for enzyme effect, levels and interaction, and regression analysis for levels. The results showed that there was no interaction effect between the levels of inclusion of the FRM and the supplementation of the enzymatic complex for the variables of performance, carcass characteristics, weight and organ yield. There was a FRM level and enzyme effect for weight gain and feed conversion for the period from 1 to 42 days, weight at 42 days and weight of slaughter to fasting, weight of breast, leg, thigh, wing, gizzard and abdominal fat. The FRM at the levels used depresses the performance of broilers, however, the enzyme independent of the use of FRM has a positive affect on the main parameters evaluated.

**Keywords:** Alternative food, Birds, Enzymatic complex, Carcass yield, Performance.

## INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional cresce a necessidade de produzir mais proteína de origem animal para alimentação humana, assim como os grãos para atender a demanda dos consumidores; entretanto, o setor pecuário absorve a grande parte da produção desses grãos (milho e soja) mais produzidos (Brasil, 2007). O Brasil ocupa o segundo lugar na produção carne de frango no mundo e dentre seu maior custo de produção está a alimentação. Mas, por meio da utilização de subprodutos e/ou resíduos há a possibilidade de substituição de parte desses alimentos convencionais utilizados nas rações por ingredientes alternativos para diminuir o custo de produção.

É crescente o número de pesquisas na área de nutrição que avaliam alimentos alternativos ao milho e ao farelo de soja, os quais são ingredientes que compõem a maior parte das dietas em rações animais. A elevada produção avícola brasileira e a atual situação de escassez dos insumos e conseqüente supervalorização econômica justificam as buscas científicas para tornar a produção de proteína animal mais viável, mantendo a eficiência e qualidade do produto.

Por outro lado, a quantidade de subprodutos oriundos da indústria processadora de milho para a alimentação humana pode apresentar grande potencial para compor as dietas de frangos de corte, principalmente na região Nordeste brasileira, onde um dos principais entraves para o desenvolvimento da avicultura é a baixa oferta de grãos, havendo a necessidade de comprar milho e farelo de soja de outros estados, elevando, assim, o custo de produção (Evangelista et al., 2008).

Do processo de industrialização de produtos oriundos do milho destinados à alimentação humana tem-se o farelo residual de milho (FRM), um ingrediente com potencial para compor as rações de frangos de corte utilizadas pelos produtores

avícolas, principalmente da região Nordeste. O FRM é gerado a partir do processamento a seco e corresponde a um terço do milho que é industrializado para obtenção da fubá.

As partes do milho que compõem o FRM são a casca (pericarpo), parte do gérmen, porções do amido extraídos do grão durante as fases de processamento (Brum et al., 2000; Santos et al., 2013) e impurezas provenientes da seleção inicial dos grãos. Zanotto et al. (1998) avaliaram a composição do FRM e encontraram: 88,88% de MS; 9,14% de PB; 11,33% de EE; 5,20% de fibra bruta (FB); 3,20% de CZ; 0,46% de lisina; 0,25% de metionina e 3040kcal/kg de EMAn na matéria natural. Em pesquisa mais recente, Santos et al. (2013) descreveram valores de 88,55% de MS, 10,80% de PB, 12,90% de EE, 5,04 de FB e 3017kcal/kg de EMAn para frangos de corte.

A qualidade nutricional do FRM é diluída principalmente pelas fibras presentes na casca. A casca (pericarpo) e a ponta do grão do milho são componentes que conferem ao FRM uma maior quantidade de fibras, considerada fator antinutricional na alimentação de não-ruminantes. As camadas da estrutura que compõem a casca do milho são constituídas de polissacarídeos do tipo hemicelulose (67%), celulose (23%) e lignina (0,1%), e a extremidade é composta essencialmente por material lignocelulósico (Paes, 2006; Silva, 2008). Uma das principais restrições para a adição do FRM na ração de aves pode estar relacionada ao seu conteúdo de fibra bruta, que é em torno 6,54%, de acordo com Valadares et al. (2016), sendo este superior ao encontrado no milho grão (1,73%); mas a utilização de enzimas exógenas pode melhorar o aproveitamento dos nutrientes de difícil digestão pelos não-ruminantes. Os aditivos enzimáticos (enzimas exógenas) auxiliam o processo digestivo, melhorando a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta (Guimarães et al., 2009).

De acordo com Valadares et al. (2016), recentes estudos têm sido direcionados para o uso do FRM associado a enzimas, com o objetivo de aproveitar o valor

nutricional do farelo e para que possam ser usados de forma concomitante com processamentos adequados, visando incrementar o valor econômico do subproduto.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho e características de carcaça de frango de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farelo residual de milho, suplementadas ou não com complexo enzimático (amilases, xilanases e protease).

## MATERIAL E MÉTODOS

Todo o procedimento experimental para ensaio de desempenho foi aprovado pelo comitê de ética para uso de animais em pesquisa e experimentação na UFRPE, de licença n° 67/2017, e realizada nas instalações localizadas no município de Recife/PE, sob as coordenadas geográficas 8°04'03''S e 34°55'00''W.

Assim que adquirido o FRM, foram realizadas análises de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo e fibra bruta, sendo determinados os valores de 89,53%, 9,15%, 8,90% e 6,9%, respectivamente, seguindo as metodologias analíticas descritas em Detmann et al. (2012). Para formulação das rações experimentais, a EMAn foi considerada, de acordo com Valadares et al. (2016).

No experimento de desempenho foram alojados 1536 pintos de corte de um dia de idade, machos da linhagem Ross 308 (AP95), em galpão de alvenaria dividido em parcelas com dimensões de 1,15 m x 1,90 m cada, equipadas com bebedouro tipo nipple e comedouro tubular, com piso em alvenaria coberto com maravalha, e laterais teladas. O programa de iluminação adotado foi de 24 horas de luz. As rações farelas e a água foram fornecidas *ad libitum*. Foram avaliados oito tratamentos em delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4x2 (quatro níveis de inclusão de FRM x sem e com enzima), oito repetições com 24 aves por unidade experimental.

Os tratamentos adotados em todas as fases foram dietas com ou sem adição de enzimas nos níveis de 0%, 18%, 36% e 54% de FRM. As enzimas utilizadas foram carboidrases (Ronozyme® WX-xilanase e Ronozyme®Histarch-amilase), protease (Ronozyme®Proact) e fitase (Ronozyme®Hiphos), as enzimas foram incluídas seguindo a recomendação do fabricante de 75g/ton, 133g/ton, 200g/ton e 100g/ton, respectivamente. Nas rações sem o complexo enzimático utilizou-se a areia lavada como inerte. A fitase foi incluída em todas as oito dietas experimentais. As dietas (Tabelas 5 e 6) foram formuladas isoproteicas e isoenergéticas por fase de acordo com as exigências nutricionais preconizadas por Rostagno et al. (2017).

Os parâmetros de desempenho foram avaliados durante o período de 1 a 42 dias de idade, dividido em 4 fases, de acordo como programa nutricional nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e terminação (36 a 42 dias). Ao final de cada fase experimental foram pesadas as aves e as sobras de ração para determinar as variáveis de desempenho zootécnico, representados pelo consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

As temperaturas máximas, mínimas e umidade relativa foram verificadas e anotadas diariamente no período do experimento, apresentando as médias de 30,3°C, 25,4°C e 75% e 57%, respectivamente.

Ao final do período experimental, com 42 dias de idade, duas aves com o peso corporal médio de cada parcela foram selecionadas e identificadas para avaliação dos rendimentos das carcaça, cortes comerciais e vísceras comestíveis. As aves foram submetidas a um jejum alimentar de 6 horas, foram pesadas e eutanasiadas por processo físico via deslocamento cervical para proceder à insensibilização e posteriormente morte do animal via sangria por corte na jugular. Na sequência foram realizadas a escaldagem, depenagem e evisceração. Ainda com a carcaça quente foram pesados os órgãos:

coração, fígado, pró-ventrículo, moela vazia (aberta e limpa), pâncreas, intestino delgado, intestino grosso, peso absoluto e em percentagem em relação ao peso vivo da ave.

As carcaças foram pesadas, para cálculos de rendimento da carcaça quente; posteriormente, foram embaladas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas penduradas durante 24 horas em câmara fria à temperatura variando de 2 a 4 graus Celsius. Após 24 horas, as carcaças foram retiradas da câmara fria para pesagem individual e realização dos cortes comerciais determinando o peso das carcaças resfriada e dos cortes. O rendimento da carcaça foi determinado em relação ao peso da carcaça eviscerada e o peso vivo da ave após o jejum, assim como para os rendimentos dos cortes (coxa, sobrecoxa, peito, dorso e asa).

Na análise estatística foi utilizado o pacote computacional Statistical Analysis System (2008), para análise de variância avaliando efeito dos fatores (níveis de FRM e sem e com enzima) e sua interação e análise de regressão em relação ao fator níveis.

## **RESULTADOS**

### Desempenho

Os dados referentes ao consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso final (PF) estão descritos nas Tabelas 7, 8, 9 e 10, respectivamente. Em todas as fases experimentais não houve efeito de interação entre os níveis de inclusão do FRM e a suplementação do complexo enzimático sobre as variáveis de desempenho avaliadas. O CR não apresentou, ao longo do período experimental, nenhuma significância entre as dietas estudadas.



Com relação ao GP, foi observado efeito das enzimas na fase de 1 a 42 dias ( $p=0,0328$ ), com melhor ganho de peso com a suplementação da enzima. Ao avaliar o fator nível, independente da enzima, foi encontrada diferença significativa nas fases de 1 a 35 dias ( $p=0,0458$ ), 22 a 42 dias ( $p=0,0331$ ) e de 1 a 42 dias ( $p=0,0005$ ), em que ao realizar a análise de regressão foram encontrados efeitos lineares decrescentes nas fases de 1 a 35 ( $p=0,0053$ ), 22 a 42 ( $p=0,0038$ ) e 1 a 42 dias ( $p<0,0001$ ), conforme a Figura 4.

Para a conversão alimentar houve efeito das enzimas nas fases de 8 a 21 dias ( $p=0,0498$ ) e de 1 a 21 dias ( $p=0,0304$ ). Ao analisar para nível, independente da enzima, foi encontrado efeito significativo nas fases de 1 a 35 dias ( $p=0,0422$ ), de 36 a 42 dias ( $p=0,0098$ ), 22 a 42 dias ( $p=0,0004$ ) e de 1 a 42 dias ( $p=0,0003$ ). Ainda para a conversão alimentar, ao realizar a análise de regressão foi encontrado efeito linear crescente com o aumento da inclusão do FRM (Figuras 5 e 6) em todas as fases intermediárias a partir de 8 dias de idade, compreendendo 8 a 21 dias ( $p=0,0141$ ), 22 a 35 dias ( $p=0,0107$ ), 36 a 42 ( $p=0,0010$ ) e também nos períodos acumulados de 1 a 21 dias ( $p=0,0105$ ), 1 a 35 dias ( $p=0,0502$ ), 22 a 42 dias ( $p\leq 0,0001$ ) e 1 a 42 dias ( $p\leq 0,0001$ ).

Na análise em relação ao peso final foi observado efeito positivo da enzima no peso aos 42 dias de idade dos frangos. Ao considerar o fator nível, independente da enzima, foi verificado efeito nos pesos aos 35 dias ( $p=0,0457$ ) e aos 42 dias ( $p=0,0005$ ). A análise de regressão detectou efeito linear decrescente com o aumento da inclusão do FRM nas idades de 35 ( $p=0,0053$ ) e 42 dias ( $p\leq 0,0001$ ).

#### Peso e rendimento de carcaça e de cortes

Os dados referentes ao peso e ao rendimento de carcaça estão apresentados na Tabela 11. Foi observado efeito significativo para enzima apenas para o peso de jejum

( $p=0,0432$ ). Ao analisar para o fator nível, independente da enzima, foi encontrado efeito significativo para o peso de jejum ( $p=0,0155$ ), peso da carcaça ao abate ( $p=0,0284$ ) e peso da carcaça fria ( $p=0,0198$ ). Na análise de regressão foi observado efeito linear decrescente para pesos em jejum ( $p=0,0060$ ), da carcaça ao abate ( $p<0,0044$ ) e da carcaça fria ( $p=0,0046$ ).

Na Tabela 12 estão apresentados os valores médios dos pesos dos principais cortes da carcaça de frangos de corte. Foi observado efeito significativo para enzima nas variáveis: peso de peito ( $p=0,0404$ ), de coxa ( $0,0380$ ) e de asa ( $p=0,0258$ ), com melhores pesos na sua suplementação. Ao analisar efeito de nível, independente da enzima, houve efeito para peso do peito ( $p=0,0182$ ), de sobrecoxa ( $p=0,0236$ ), de coxa ( $p=0,0191$ ), de asa ( $p=0,0506$ ) e dorso ( $p=0,0025$ ), nos quais na análise de regressão (Figuras 8, 9, 10, 11), pôde-se observar que os pesos do peito ( $p=0,0182$ ), coxa ( $p=0,0191$ ), sobrecoxa ( $p=0,0236$ ) e dorso ( $p=0,0025$ ) apresentaram comportamento linear decrescente conforme houve aumento dos níveis de FRM nas dietas.

As médias do rendimento dos cortes estão apresentados na Tabela 13. Ao realizar as análises foi verificado efeito da enzima no rendimento de sobrecoxa ( $p=0,0201$ ), asa ( $p=0,0114$ ) e de dorso ( $p=0,0231$ ). Também houve efeito significativo de nível, independente da enzima, apenas para rendimento de asa ( $p=0,0114$ ), em que, ao realizar a análise de regressão, foi encontrado comportamento linear crescente (Figura 12) com aumento dos níveis de FRM nas dietas.

Nas Tabelas 14 e 15 encontram-se, respectivamente, os pesos absolutos e relativos dos órgãos e gordura abdominal dos frangos alimentados com níveis de inclusão de FRM suplementados ou não com enzimas. Foi observado efeito da enzima para peso absoluto ( $p=0,0114$ ) e relativo ( $p=0,0056$ ) da moela; e para o peso absoluto

( $p=0,0190$ ) e relativo ( $p=0,0112$ ) da gordura abdominal, sendo estes parâmetros maiores e menores, respectivamente, com a suplementação da enzima.

O efeito de níveis, independente da enzima, foi significativo para o peso do fígado ( $p=0,0167$ ), peso absoluto ( $p=0,0203$ ) e relativo ( $p=0,0163$ ) da moela, peso absoluto ( $p=0,0136$ ) e relativo ( $p=0,0242$ ) do intestino e peso da gordura abdominal ( $p=0,0235$ ), nos quais, por meio de regressão, foi demonstrado efeito linear decrescente para peso de fígado ( $p=0,0015$ ) e para peso da gordura abdominal ( $p=0,0026$ ), e efeito quadrático para peso absoluto ( $p=0,0039$ ) e relativo ( $p=0,0030$ ) da moela e para o peso absoluto ( $p=0,0432$ ) e relativo ( $p=0,0281$ ) do intestino.

## DISCUSSÃO

A hipótese adotada na realização do experimento assume o conhecimento real que o uso de dietas contendo níveis elevados de farelo residual de milho piora o desempenho de frangos de corte. Neste contexto, a proposição do experimento tem a função de avaliar o efeito da adição das enzimas em restaurar o desempenho frente ao uso de níveis crescentes de farelo residual do milho. Isto, evidentemente, assumindo que ao estabelecer o experimento, não é possível impor, a priori, confundimento na proposição da hipótese científica. Significa que a formulação das dietas deve seguir, ao máximo possível, o conceito de isonomia na concentração de nutrientes e energia. Nessa proposição, a formulação das dietas segue o princípio que os possíveis efeitos positivos decorrentes da adição das enzimas devem se contrapor aos efeitos negativos dos níveis de inclusão do farelo residual do milho. A não interação entre nível de FRM e adição de enzimas indica que o efeito da adição do insumo tecnológico não foi suficientemente eficaz para repor a perda de desempenho animal. Analisando sob o ponto de vista inverso, foi verificada piora

no desempenho animal com o uso de níveis de FRM sem adição de enzimas (carboidrases e proteases) e na condição de adição dessas enzimas não se verificou tendência distinta daquela verificada nas dietas sem a adição dessas enzimas. Mas isto não significa que não foi verificado efeito da adição de enzimas. Etapas consecutivas em pesquisa indicam a possibilidade de avaliar dietas a um nível definido de FRM com redução ou não do nível calculado de energia metabolizável na presença ou não de enzimas na hipótese que as enzimas restaurem o nível de energia e permitam um desempenho similar. Mas as proposições de pesquisa não podem incorrer na geração de hipóteses com confundimento implícito. O desafio na presente pesquisa é verificar a efetiva valência das enzimas em experimento controlado, isto é, em condições supostamente controladas.

No senso comum, fora da pesquisa científica e sem o rigor característico, existem duas abordagens práticas para considerar a incorporação de enzimas exógenas nas formulações das dietas. Uma aplicação mais prática, chamada de “over the top” consiste em suplementar as enzimas uma formulação padrão, com intuito de melhorar o desempenho. A segunda alternativa seria alterar a formulação da ração, reduzindo os nutrientes e adicionando enzimas exógenas para restaurar o valor nutricional da dieta padrão, visando o mesmo desempenho de uma dieta com níveis nutricionais normais, de forma mais econômica (Sakomura e Barbosa, 2006). Se as dietas com FRM, com a inclusão de enzima, tivessem acompanhado a segunda abordagem citadas anteriormente, possivelmente houvesse ocorrido uma interação entre o uso de enzima e o uso do FRM. Levando em consideração a relação da enzima e da energia metabolizável estudada por Gitoee et al (2015) que, estudando os efeitos de um complexo multi-enzimático (xilanase,  $\alpha$ -amilase e protease) em três níveis (0, 250, 500 mg / kg) com diferentes níveis de energia metabolizável (EM; 13,18; 12,34; 11,93 e 11,51 MJ / kg), verificaram que o ganho médio diário nos períodos iniciais (1 a 10 dias) e final (25 a 49 dias) foi afetado pela interação

entre EM e enzima. A dieta com 13,18 MJ / kg de peso corporal e 500 mg / kg de multi-enzima resultou no maior rendimento de peito e coxa ( $P < 0,05$ ).

Mas, para cada substrato, existe uma combinação de enzimas adequada e um efeito de resposta que se espera e, pode ocorrer ou não, visto que o FRM não é necessariamente um ingrediente padrão. Adicionalmente, se uma pesquisa é proposta com níveis de energia que ultrapassam em atender a exigência nutricional para aquele desempenho que é possível obter, dadas as condições precárias de manejo e de ambiente, então qualquer conclusão lógica fica prejudicada, pois o efeito benéfico que se espera das enzimas não vai ser mensurado.

A alta concentração de fibra no FRM é um fator que inviabiliza o seu uso na ração de frangos de corte devido a sua limitada capacidade de digerir alimentos fibrosos. No entanto, com a utilização de enzimas exógenas ocorre aumento do aproveitamento da energia do ingrediente com aumento no coeficiente de metabolização (Valadares et al., 2016).

As fibras ou também chamados polissacarídeos não amiláceos (PNAs) são constituintes da parede celular dos vegetais e são resistentes a hidrólise no trato gastrointestinal pela natureza de suas ligações (Conte et al., 2003). O aproveitamento dessas frações pelas aves é limitado à fermentação microbiana, ocorrendo em poucos locais do trato gastrointestinal (ceco e intestino grosso) (Bertechini, 2012). O aumento da viscosidade intestinal é uma das consequências da presença de PNA's, o que pode ser explicado devido a um encapsulamento dos PNA's, o que inibe o acesso do amido e demais nutrientes, e/ou a presença dos PNA's no lúmen intestinal aumenta a viscosidade do conteúdo (Caprita et al., 2010). Isto pode ocorrer mais frequentemente com alguns cereais de inverno. Nesse contexto, conforme observado em nosso estudo, o aumento na inclusão do FRM promove redução no ganho de peso de frangos de corte devido ao menor

aproveitamento da energia da dieta. O alto teor de fibra, que, além de alterar a densidade da ração, tem uma capacidade relativa de absorção de água diferenciada. Um efeito que mesmo dentro dos diferentes cereais de inverno é muito distinto. E na presente pesquisa não houve efeito de adsorção de água porque a característica da fibra do milho é exatamente ser insolúvel. Isto é verdadeiro e se confirma que não existiram efeitos significativos no consumo de ração na maior parte das fases e períodos avaliados. Por outro lado, a densidade das dietas tem um efeito acentuado por conta do maior volume ocupado no trato digestório (Rodríguez-Palenzuela et al., 1998; Sundu et al., 2006).

A utilização de enzimas exógenas parece ser uma estratégia eficiente para melhorar o aproveitamento dos nutrientes na dieta, visto que são capazes de degradar a camada de PNA's da membrana da parede celular, promovendo o acesso aos nutrientes encapsulados, tornando-os disponíveis para os processos de digestão e absorção (Olukosi et al., 2007), fato observado no presente estudo em que a utilização do FRM até o nível de 36% com enzima pode ser utilizado sem comprometer o ganho de peso dos animais, porém quando não utiliza a enzima observa-se piora no ganho de peso. Os resultados estão de acordo com outros estudos que demonstraram melhoria no desempenho das aves quando suplementou enzima em tais dietas (Yu e Chung, 2004; Scheideler et al., 2005).

No entanto, o presente trabalho difere de estudos realizados por Sorbara et al. (2009), que ao utilizarem um complexo enzimático contendo a enzima amilase relataram que as aves alimentadas com rações sem enzimas apresentaram menores consumo de ração e de ganho de peso, não havendo diferença na conversão alimentar. Já para Choct et al. (2006), estudando o efeito de três marcas comerciais (A, B e C) de xilanases, cada uma com sua especificidade e com afinidade por polissacarídeos não amiláceos (PNA's) insolúveis e solúveis verificaram que somente as xilanases A e C foram efetivas na redução da viscosidade de digesta. Porém, apesar da adição da xilanase B não ter reduzido a

viscosidade, o desempenho dos frangos melhorou, evidenciando que a viscosidade da digesta não pode ser usada como único indicador de efeito antinutricional dos PNA's nas dietas de aves.

Freitas et al. (2011), fornecendo dietas com teores de fibra bruta e extrato etéreo com nível de 4,1% e 11,21%, respectivamente, para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, percebeu um menor ganho de peso e consumo de ração.

Além disso, a alta quantidade de extrato etéreo nas rações com maiores níveis de fibra limitou a digestão dos animais. Segundo Macari (2002), na ave jovem, a absorção de gordura é limitada, e apenas quando a estrutura do enterócito alcança seu pleno desenvolvimento é que a absorção de lipídios é efetiva. O enterócito, durante o desenvolvimento embrionário, tem funções voltadas para transferência imunorregulatórias e, após duas a três semanas de vida pós-natal é que os mecanismos de digestão e absorção alcançam sua plenitude. Assim, a digestão e absorção das gorduras nas aves aumentam com a idade.

Dutra Jr. et. al. (2001), substituindo parcial do milho por resíduo da pré-limpeza do arroz com a adição de enzimas em rações para frangos utilizando as seguintes enzimas exógenas: Amilase,  $\beta$  Glucanase, Fitase e Mix Rice, observaram que a utilização de enzimas exógenas não afetou as carcaças dos frangos quando comparados à ração testemunha ( $P \leq 0,10$ ).

Bonato et al. (2004), utilizando enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte em 4 níveis (0%, 10%, 20% e 30%), com e sem suplementação de um complexo multienzimático composto pelas enzimas protease, pentosanase e fitase, verificaram que o uso enzimas não influenciaram ( $P > 0,05$ ) nenhum dos parâmetros avaliados; entretanto, as rações suplementadas com o complexo

multienzimático promoveram um índice bio-econômico (IBE) 1,4 % superior em relação às dietas não suplementadas.

Dalólio et al. (2016), avaliando o efeito da inclusão de diferentes níveis de um complexo enzimático composto por fitase, protease, xilanase,  $\beta$  – glucanase, celulase, amilase e pectinase, em dietas à base de milho e de farelo de soja com cinco níveis de inclusão do complexo enzimático (0; 100; 200; 300 e 400 g/ton), observaram que os parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça, cortes e de qualidade da carne não foram afetados pela suplementação enzimática das dietas fornecidas aos frangos de corte ( $P>0,05$ ), exceto para as características de rendimento de peito e de asas aos 42 dias de idade ( $P<0,05$ ). Diferentemente, este estudo mostrou que apesar dos resultados não apresentarem diferença para rendimento de carcaça, houve diferença nos pesos de peito, coxa, sobrecoxa e asa quando adicionado enzima com FRM ao nível de até 36%.

Wu et al. (2004), estudando a influência da inclusão de trigo integral em substituição ao trigo moído e com a suplementação de xilanase sobre o desempenho, as medidas do trato digestivo e as características de carcaça de frangos de corte verificaram que a suplementação de xilanase melhorou os ganhos de peso com ambas as formas de trigo, mas as melhoras nas dietas de trigo moído foram maiores do que nas dietas de trigo integral. Além disso, foi observada a interação significativa ( $P <0,001$ ) entre a forma de trigo e xilanase no consumo de ração, em que a suplementação de xilanase aumentou o consumo de ração em dietas de trigo moído, mas reduziu em dietas de trigo integral. Em relação ao rendimento de carcaça, observou-se que a suplementação de xilanase não influenciou o peso relativo do proventrículo, moela, pâncreas, fígado e coração, nem sobre o comprimento do intestino delgado, peso de peito e o peso da gordura abdominal.

Observamos que a quantidade de gordura abdominal para os maiores níveis de FRM com utilização de enzima foram menores foi encontrado por Naik et al. (2017),



pesquisando o efeito da enzima amilase encapsulada ou não em dietas contendo grãos de soja de milho sobre o desempenho de frangos de corte observaram que a adição da enzima amilase revestida e não revestida em dietas basais não mostraram melhora ( $P < 0,05$ ) no ganho de peso corporal e consumo de ração, concluindo que adição de enzima amilase resultou em melhor desempenho através de melhor CR, digestibilidade e redução da gordura abdominal. Essa menor deposição de gordura abdominal pode estar relacionada aos efeitos positivos da adição de amilase exógenas, podendo estar relacionados a efeito secundário no aumento do comprimento do vilo jejunal e ileal, favorecendo melhor digestão e absorção de nutrientes nesses locais (Sakomura et al., 2014).

O peso da moela pode estar diretamente relacionado à quantidade de fibra presente na dieta, pois fibra vai demandar maior atividade desse órgão, assim, provendo um maior desenvolvimento, estando de acordo com Mateos et al. (2012), que relatam que a inclusão da fibra na alimentação de aves pode apresentar um efeito positivo sobre a funcionalidade da moela, pois o tempo de passagem da fibra neste órgão é maior devido à necessidade de maceração, o que faz com que todos os nutrientes tenham mais tempo de acesso à ação das enzimas digestivas e, com isso, uma melhor digestibilidade dos nutrientes.

## CONCLUSÃO

O FRM pode ser utilizado nas dietas de frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias), entretanto, isto não procede na fase final, devido à necessidade do frango de maior aporte energético, sendo assim, a não recomendação deste ingrediente nas dietas.

A adição do complexo enzimático, independente do nível de FRM, proporcionou aumento no ganho de peso, conversão alimentar e peso do peito, coxa e sobrecoxa dos animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonato, E. L., Zanella, I., Santos, R. D., Gasparini, S. P., Magon, L., Rosa Pires, A., Padilha Brittes, L. (2004). Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. *Ciência Rural*, 34(2).
- Choct, M. (2006). Enzymes for the feed industry: past, present and future. *World's Poultry Science Journal*, 62(1), 5-16.
- Conte, A. J., Teixeira, A. S., Bertechini, A. G., Fialho, E. T., Muniz, J. A. (2002). Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, 26(6), 1289-1296.
- Dalólio, F. S., Moreira, J., Vaz, D. P., Albino, L. F. T., Valadares, L. R., Pires, P. V., Freitas, S. R. (2016). Enzimas exógenas em dietas para frangos de corte. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*, 17 (2), 149-161.
- Dutra Jr, W. M., Neto, J. B., da Silva Moreira, J. C., de Oliveira Biassus, I., Gier, M. (2001). Substituição parcial do milho por resíduo da pré-limpeza do arroz com a adição de enzimas em rações para frangos de corte. II- Características de carcaça. *Revista da FZVA*, 7(1), 170-178.
- Freitas, E. R., Lima, R. C., Silva, R. B., Sucupira, F. S., Moreira, R. F., Lopes, I. R. V. (2011). Substituição do farelo de soja pelo farelo de coco em rações contendo farelo da castanha de caju para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(5), 1006-1013.
- Macari, M. (2002). Estrutura e função do tecido ósseo. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. *Fisiologia aviária aplicada à frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP-UNESP*, 375.
- Gitoe, A., Janmohammadi, H., Taghizadeh, A., & Rafat, S. A. (2015). Effects of a multi-enzyme on performance and carcass characteristics of broiler chickens fed corn-soybean meal basal diets with different metabolizable energy levels. *Journal of applied animal research*, 43(3), 295-302.
- Naik, R.P., Reddy, A.R., Reddy, K.K., Jyothi, J. (2017). Effect of Encapsulated Amylase Enzyme on the Performance and Digestibility of Energy in Broilers. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6 (3), 2098-2104.
- Rodríguez-Palenzuela, P., García, J., de Blas, C. (1998). Fibra soluble y su implicación en nutrición animal: enzimas y probióticos. *Curso de Especialización FEDNA*, 14, 227-240.
- Sakomura, N. K., Rostagno, H. S. (2007). *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos* (p. 283p). Jaboticabal: Funep.
- Sakomura, N. K., Barbosa, N. A. A. (2006). Avaliação das enzimas em dietas de frango de corte. In: *Seminário Técnicos Nutron. Anais...* Campinas: Nutron.

- Sorbara, J. O. B., Murakami, A. E., Nakage, E. S., Piracés, F., Potença, A., Guerra, R. L. H. (2009). Enzymatic programs for broilers. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(SPE), 233-240.
- Sundu, B., Kumar, A., & Dingle, J. (2006). Response of broiler chicks fed increasing levels of copra meal and enzymes. *Int. J. Poult. Sci*, 5, 13-18.
- Valadares, C. G., Santos, J. S., Lüdke, M. C. M. M., Lüdke, J. V., Silva, J. C. N. S., & Pereira, P. S. (2016). Determinação da energia metabolizável do farelo residual do milho com e sem enzima em dietas para frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68(3), 748-754.
- Wu, Y. B., Ravindran, V. (2004). Influence of whole wheat inclusion and xylanase supplementation on the performance, digestive tract measurements and carcass characteristics of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 116(1-2), 129-139.

## ANEXOS

**Tabela 5** Composição percentual e valores nutricionais das dietas nas fases pré-inicial de 1 a 7 dias e inicial de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes (g/kg)	Inclusões do FRM com e sem enzima (g/kg)							
	Pré-inicial 1 a 7 dias				Inicial 8 a 21 dias			
	0	180	360	540	0	180	360	540
Milho	528,97	350,96	172,96	0	531,4	353,46	175,46	0
Farelo de S//oja	388,90	394,78	380,66	370,38	376,84	372,72	368,69	361,38
FRM	0	180	360	540	0	180	360	540
Óleo de Soja	34,49	37,35	40,2	41,561	48,24	51,1	53,95	56,05
Fosfato Bicálcico	20,33	18,60	16,84	15,15	17,75	16,0	14,26	12,53
Calcário	9,81	10,93	12,05	13,19	8,83	9,96	11,08	12,21
Sal Comum	5,39	5,35	5,32	5,28	5,24	5,2	5,17	5,14
L-Lisina	3,56	3,34	3,12	5,31	3,20	2,98	2,76	3,76
DL-Metionina	4,04	4,06	4,09	4,68	3,94	3,62	3,99	4,04
L-Treonina	1,47	1,60	1,72	1,93	1,45	1,57	1,69	1,86
Premix Vitamínico	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Premix Minerais	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Inerte/Blend enzimático	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Fitase	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Composição calculada</b>								
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3100	3100	3100	3100
Proteína Bruta	225,00	225,00	225,00	225,00	219,3	219,3	219,3	219,3
Cálcio	10,11	10,11	10,11	10,11	9,07	9,07	9,07	9,07
Fósforo Disponível	4,82	4,82	4,82	4,82	4,32	4,32	4,32	4,32
Sódio	2,27	2,27	2,27	2,27	2,21	2,21	2,21	2,21
Extrato Etéreo	62,09	74,1	86,11	96,7	75,63	87,66	99,67	110,94
Fibra Bruta	29,96	38,59	47,22	55,61	29,35	37,99	46,62	55,13
Lisina	13,64	13,64	13,64	13,64	13,06	13,06	13,06	13,06
Metionina + Cistina	9,89	9,89	9,89	9,89	9,66	9,66	9,66	9,66
Treonina	8,82	8,82	8,82	8,82	8,62	8,62	8,62	8,62
Triptofano	2,53	2,55	2,56	2,54	2,47	2,48	2,49	2,49

<sup>1</sup>Premix Vit.A (9.000.000UI), vit. D3 (2.500.000UI), vit. E(20.000 UI Kg), vit. K3 (2500mg/kg), vit. B1 (2000mg), vit. B2(8000mg), vit. B6 (3000mg), vit. B12 (15.000mcg), niacina (35.000mg), ácido pantotênico(12.00g), ácido fólico (500mg), selênio (360mg), botina(100mg).<sup>2</sup> Premix Min: (zinco (38g), iodo (915mg), cobre (1000mg), manganês (17g), ferro (6.000mg).

As dietas sem enzima foi utilizado inerte (areia lavada)

**Tabela 6** Composição percentual e valores nutricionais das dietas crescimento de 22 a 35 e final 36 a 42 dias de idade

Ingredientes (g/kg)	Inclusões do FRM com e sem enzima (g/kg)							
	Crescimento 22 a 35 dias				Final 36 a 42 dias			
	0	180	360	540	0	180	360	540
Milho	564,24	386,24	208,24	30,23	655,50	477,47	299,43	121,41
Farelo de Soja	338,19	334,07	329,95	325,84	262,10	258,02	253,94	249,84
FRM	0	180	360	540	0	180	360	540
Óleo de Soja	56,98	59,84	62,69	65,55	47,68	50,55	53,42	56,28
Fosfato Bicálcico	15,45	13,71	11,96	10,21	11,88	10,14	8,39	6,642
Calcário	8,41	9,53	10,66	11,78	7,10	8,22	9,34	10,43
Sal Comum	5,00	4,97	4,93	4,90	4,77	4,73	4,70	4,66
L-Lisina	3,47	3,25	3,04	2,82	3,57	3,35	3,14	2,92
DL-Metionina	3,76	3,78	3,80	3,83	3,10	3,12	3,15	3,17
L-Triptofano	0	0	0	0	0,04	0,02	0,05	0
L-Treonina	1,47	1,60	1,73	1,85	1,25	1,37	1,49	1,61
Premix Vitamínico	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Premix Minerais	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Blend Enzimático	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Fitase	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição calculada</b>								
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3200	3200	3200	3200	3250	3250	3250	3250
Proteína Bruta	204,50	204,50	204,50	204,50	176,70	176,70	176,70	176,70
Cálcio	8,22	8,22	8,22	8,22	6,61	6,61	6,61	6,61
Fósforo Disponível	3,84	3,84	3,84	3,84	3,09	3,09	3,09	3,09
Sódio	2,11	2,11	2,11	2,11	2,01	2,01	2,01	2,01
Extrato Etéreo	84,85	96,86	108,87	120,88	77,58	89,60	101,62	113,64
Fibra Bruta	27,86	36,49	45,12	53,75	25,37	40,00	42,63	51,26
Lisina	12,35	12,35	12,35	12,35	10,67	10,67	10,67	10,67
Metionina + Cistina	9,14	9,14	9,14	9,14	7,90	7,90	7,90	7,90
Treonina	8,15	8,15	8,15	8,15	7,04	7,04	7,04	7,04
Triptofano	2,27	2,28	2,29	2,31	1,92	1,92	1,92	1,93

<sup>1</sup>Premix Vit:A (9.000.000UI), vit. D3 (2.500.000UI), vit. E(20.000 UI Kg), vit. K3 (2500mg/kg), vit. B1 (2000mg), vit. B2(8000mg), vit. B6 (3000mg), vit. B12 (15.000mcg), niacina (35.000mg), ácido pantotênico(12.00g), ácido fólico (500mg), selênio (360mg), botina(100mg).<sup>2</sup> Premix Min: (zinco (38g), iodo (915mg), cobre (1000mg), manganês (17g), ferro (6.000mg). As dietas sem enzima foi utilizado inerte (areia lavada)

**Tabela 7** Consumo de ração durante as fases do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do FRM e suplementadas ou não com complexo enzimático

Fase	Consumo de ração							
	1 a 7	8 a 21	1 a 21	22 a 35	1 a 35	36 a 42	22 a 42	1 a 42
Média	162,2	1071,9	1234,1	2391,9	3625,9	1429,0	3820,8	5054,9
Sem	162,6	1073,6	1236,1	2392,6	3628,7	1422,0	3814,6	5050,7
Com	161,8	1070,2	1232,0	2391,2	3623,2	1435,9	3827,1	5059,1
0	161,2	1078,4	1239,6	2370,8	3610,4	1417,7	3788,6	5028,2
18	164,1	1075,1	1239,2	2384,5	3623,7	1417,5	3802,0	5041,2
36	163,0	1072,3	1235,4	2388,6	3623,9	1436,4	3825,0	5060,4
54	160,4	1061,8	1222,1	2423,6	3645,7	1444,2	3867,8	5089,9
EPM	5,11	79,24	79,13	151,02	149,02	105,62	166,79	165,37
CV, %	3,15	7,39	6,41	6,31	4,11	7,39	4,37	3,27
Probabilidade (p=)								
Nível	0,1619	0,9410	0,9153	0,7863	0,9267	0,8536	0,5603	0,7390
Enzima	0,5750	0,8650	0,8364	0,9709	0,8834	0,6005	0,7650	0,8393
N x E	0,9254	0,9996	0,9998	0,9763	0,9767	0,9950	0,9586	0,9608

**Tabela 8** Ganho de peso durante as fases do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do FRM suplementadas ou não com complexo enzimático

Fase	Ganho de peso							
	1 a 7	8 a 21	1 a 21	22 a 35	1 a 35	36 a 42	22 a 42	1 a 42
Média	141,3	872,5	1013,8	1485,9	2499,7	666,0	2151,9	3165,7
Sem	140,9	869,3	1010,2	1477,7	2487,8	658,3	2136,0	3146,1
Com	141,7	875,8	1017,5	1494,1	2511,5	673,8	2167,8	3185,3
0	142,0	886,6	1028,6	1502,7	2531,3	692,7	2195,4	3224,0
18	142,3	875,9	1018,2	1491,6	2509,7	666,5	2158,0	3176,2
36	141,3	870,8	1012,0	1481,6	2493,6	655,8	2137,4	3149,4
54	139,6	856,8	996,4	1467,6	2464,0	649,1	2116,7	3113,1
EPM	3,81	61,20	61,22	71,87	67,23	72,33	75,98	71,57
CV, %	2,70	7,01	6,04	4,84	2,69	10,86	3,53	2,26
Probabilidade (p=)								
Nível <sup>3</sup>	0,2077	0,5830	0,5132	0,5624	0,0458	0,3477	0,0331	0,0005
Enzima <sup>4</sup>	0,4051	0,6718	0,6344	0,3658	0,1642	0,3963	0,0993	0,0328
N x E	0,9987	0,9997	0,9998	0,9756	0,9828	0,9949	0,9394	0,9471

<sup>3</sup>Efeito linear para nível: nas fases de 1 a 35 dias (p=0,0053), 22 a 42 dias (p=0,0038) e 1 a 42 dias (p<0,0001).

**Tabela 9** Conversão alimentar durante as fases do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do FRM e suplementadas ou não com complexo enzimático

Fase	Conversão alimentar							
	1 a 7	8 a 21	1 a 21	22 a 35	1 a 35	36 a 42	22 a 42	1 a 42
Média	1,148	1,229	1,217	1,611	1,451	2,158	1,777	1,597
Sem	1,154	1,235	1,224	1,620	1,459	2,179	1,787	1,606
Com	1,142	1,222	1,211	1,601	1,443	2,138	1,767	1,589
0	1,135	1,216	1,205	1,579	1,426	2,056	1,726	1,560
18	1,154	1,227	1,217	1,598	1,444	2,143	1,762	1,588
36	1,154	1,232	1,221	1,613	1,453	2,196	1,790	1,607
54	1,149	1,239	1,226	1,653	1,480	2,238	1,828	1,635
EPM	0,027	0,026	0,023	0,081	0,052	0,153	0,065	0,046
CV, %	2,31	2,11	1,89	5,02	3,60	7,10	3,68	2,90
Probabilidade (p=)								
Nível <sup>3,4</sup>	0,1703	0,0962	0,0680	0,0734	0,0422	0,0098	0,0004	0,0003
Enzima <sup>3,4</sup>	0,0761	0,0498	0,0304	0,3673	0,2193	0,2844	0,2162	0,1416
N x E	0,7365	0,9581	0,9888	0,9911	0,9907	0,9953	0,9921	0,9931

<sup>3</sup>Na análise de regressão para nível: As fases que tiveram 1 a 35 (p=0,0502), 22 a 42 (p≤0,0001), 36 a 42 (p=0,0010) e 1 a 42 (p≤0,0001).

**Tabela 10** Peso vivo observado ao final das fases do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do FRM e suplementadas ou não com complexo enzimático

Tratamento	Peso vivo, g/ave			
	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias
Média	189,6	1062,1	2548,0	3214,0
Sem Enzima	189,2	1058,5	2536,1	3194,4
Com Enzima	190,0	1065,8	2559,8	3233,6
0 %	190,4	1077,0	2579,7	3272,4
8 %	190,6	1066,5	2558,0	3224,5
36 %	189,6	1060,3	2541,9	3197,7
54 %	187,9	1044,7	2512,3	3161,4
EPM	3,82	61,28	67,27	71,57
CV, %	2,02	5,77	2,64	2,23
Probabilidade (p=)				
Nível <sup>3</sup>	0,2009	0,5127	0,0457	0,0005
Enzima <sup>4</sup>	0,4119	0,6353	0,1645	0,0329
N x E	0,9982	0,9998	0,9827	0,9468

<sup>3</sup>Na análise de regressão para nível: Efeito linear aos 35 dias (p=0,0053) e 42 dias (p≤0,0001).

**Tabela 11** Peso vivo observado ao final das fases do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do farelo residual de milho e suplementadas ou não com complexo enzimático

Tratamento	Peso, g/ave			
	Jejum	Carcaça ao abate	Carcaça fria	Rendimento carcaça fria, %
Média	3094,9	2367,4	2351,1	75,97
Sem Enzima	3076,4	2354,9	2338,4	76,01
Com Enzima	3113,5	2380,0	2363,9	75,92
0 %	3153,6	2417,4	2401,0	76,13
18 %	3105,5	2377,2	2360,8	76,02
36 %	3078,5	2351,8	2335,6	75,86
54 %	3042,2	2323,2	2307,2	75,85
EPM	110,32	92,46	88,42	2,29
CV, %	3,56	3,91	3,76	3,01
Probabilidade (p=)				
Nível <sup>3</sup>	0,0155	0,0284	0,0198	0,7300
Enzima <sup>4</sup>	0,0432	0,1030	0,0982	0,6742
N x E	0,9544	0,9544	0,9699	0,9891

<sup>3</sup>Na análise de regressão para nível: Efeito linear para pesos em jejum ( $p < 0,0001$ ), da carcaça ao abate ( $p < 0,0001$ ) e da carcaça fria ( $p < 0,0001$ ).

**Tabela 12** Pesos dos principais cortes da carcaça observado ao final do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do farelo residual de milho e suplementadas ou não com complexo enzimático

Tratamento	Peso, g/carcaça				
	Peito	Sobrecoxa	Coxa	Asa	Dorso
Média	875,2	336,7	294,9	232,6	611,8
Sem Enzima	869,5	333,1	292,5	229,8	613,5
Com Enzima	880,8	340,3	297,4	235,4	610,0
0 %	895,3	343,3	301,4	235,7	625,3
18 %	878,4	338,9	298,3	233,6	611,7
36 %	868,5	334,5	291,9	231,6	609,1
54 %	858,5	330,1	288,0	229,5	601,0
EPM	40,23	19,34	14,89	12,42	31,14
CV, %	4,60	5,74	5,05	5,34	5,09
Probabilidade (p=)					
Nível <sup>3</sup>	0,0182	0,0236	0,0191	0,0506	0,0025
Enzima <sup>4</sup>	0,0404	0,0419	0,0380	0,0258	0,4269
N x E	0,9616	0,9505	0,9805	0,9741	0,9806

<sup>3</sup>Na análise de regressão para nível: Efeito linear para pesos de peito ( $p < 0,0001$ ), sobrecoxas ( $p < 0,0001$ ), coxas ( $p < 0,0001$ ), asas ( $p = 0,0057$ ) e dorso ( $p = 0,0003$ ).



**Tabela 13** Rendimentos dos principais cortes da carcaça observados ao final do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do farelo residual de milho e suplementadas ou não com complexo enzimático

Tratamento	Rendimento dos cortes, %				
	Peito	Sobrecoxa	Coxa	Asa	Dorso
Média	37,2	14,3	12,5	9,9	26,0
Sem Enzima	37,2	14,2	12,5	9,8	26,2
Com Enzima	37,3	14,4	12,6	10,0	25,8
0 %	37,3	14,3	12,6	9,8	26,0
18 %	37,2	14,4	12,6	9,9	25,9
36 %	37,2	14,3	12,5	9,9	26,1
54 %	37,2	14,3	12,5	10,0	26,0
EPM	1,2	1,1	0,9	0,6	1,1
CV, %	3,17	7,61	7,02	6,27	4,34
Probabilidade (p=)					
Nível <sup>3</sup>	0,1328	0,5881	0,0719	0,0278	0,1486
Enzima <sup>4</sup>	0,0608	0,0201	0,0614	0,0114	0,0231
N x E	0,7838	0,9778	0,9878	0,9442	0,9742

<sup>3</sup>Na análise de regressão para nível: Efeito linear para porcentagem de asas (p=0,0010).

**Tabela 14** Pesos dos órgãos e gordura abdominal ao final do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do farelo residual de milho suplementadas ou não com complexo enzimático

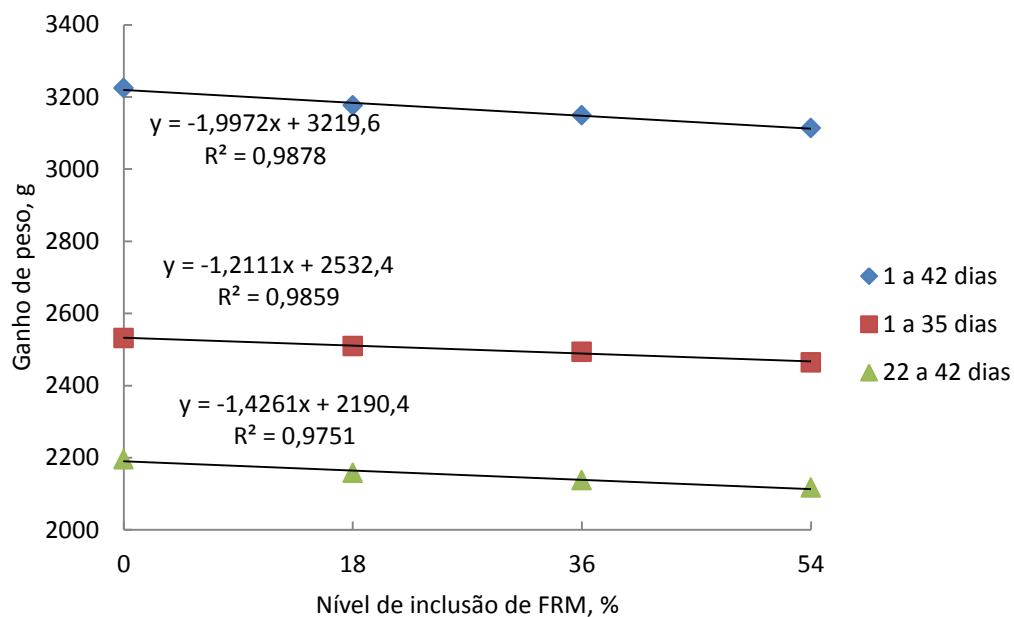
Tratamento	Peso dos órgãos e gordura abdominal, g				
	Fígado	Coração	Moela	Intestino	Gordura abdominal
Média	49,88	10,95	43,79	110,91	35,54
Sem Enzima	49,94	10,92	41,67	109,57	38,28
Com Enzima	49,81	10,97	45,88	112,24	32,78
0 %	51,45	10,95	41,04	104,88	40,98
18 %	50,41	11,00	45,03	111,12	36,31
36 %	49,42	10,98	46,03	115,49	33,63
54 %	48,23	10,85	43,06	112,14	31,24
EPM	2,86	0,76	4,82	8,99	9,03
CV, %	5,73	6,90	10,99	8,11	25,42
Probabilidade (p=)					
Nível <sup>3</sup>	0,0167	0,9420	0,0203	0,0136	0,0235
Enzima <sup>4</sup>	0,8478	0,8228	0,0114	0,2169	0,0190
N x E	0,9741	0,9645	0,6101	0,9274	0,9532

<sup>3</sup>Na análise de regressão para nível: Efeito linear para peso de fígado (p=0,0015), efeito quadrático (p=0,0039) para peso da moela, efeito quadrático (p=0,0432) para peso do intestino e, efeito linear (p=0,0026) para peso da gordura abdominal.

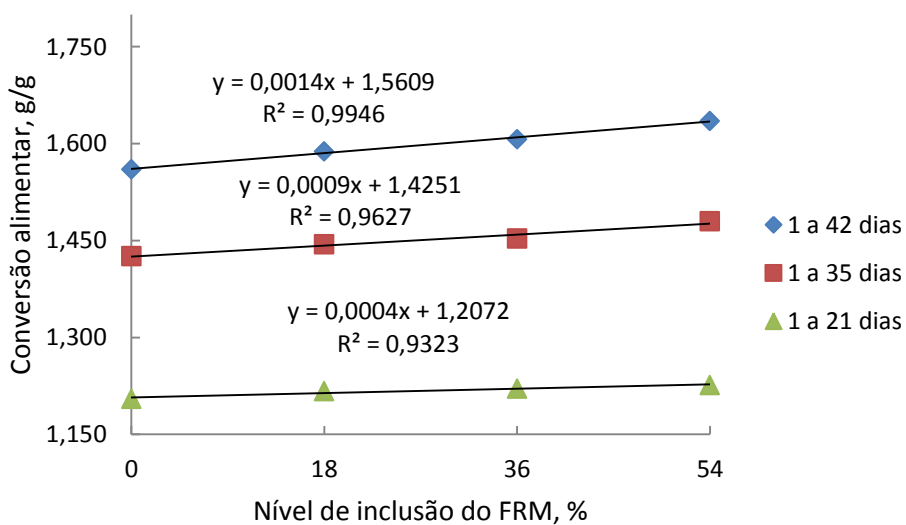
**Tabela 15** Percentuais dos pesos dos órgãos e gordura abdominal observadas ao final do período experimental de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão do farelo residual de milho e suplementadas ou não com complexo enzimático

Tratamento	Porcentagens dos pesos dos órgãos e gordura abdominal, %				
	Fígado	Coração	Moela	Intestino	Gordura abdominal
Média	1,61	0,35	1,42	3,58	1,15
Sem Enzima	1,62	0,35	1,35	3,56	1,24
Com Enzima	1,60	0,35	1,47	3,61	1,05
0 %	1,63	0,35	1,30	3,33	1,30
18 %	1,62	0,35	1,45	3,57	1,17
36 %	1,61	0,36	1,49	3,75	1,09
54 %	1,59	0,36	1,42	3,69	1,03
EPM	0,09	0,02	0,16	0,27	0,29
CV, %	5,67	6,95	11,04	7,53	25,11
Probabilidade (p=)					
Nível <sup>3</sup>	0,4920	0,6633	0,0163	0,0242	0,0608
Enzima <sup>4</sup>	0,3207	0,6318	0,0056	0,4655	0,0112
N x E	0,9687	0,9921	0,5986	0,9279	0,9879

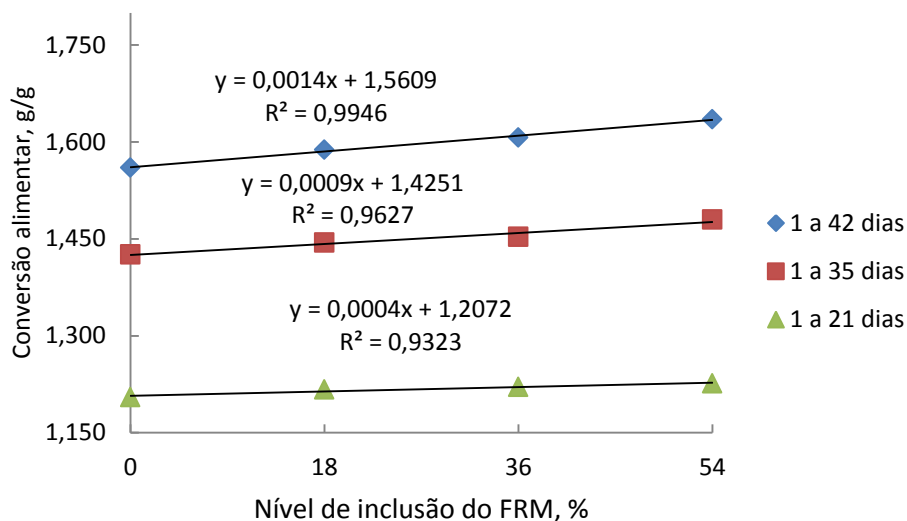
<sup>3</sup>Na análise de regressão para nível: Efeito para porcentagem de moela linear (p=0,0380) e quadrático (p=0,0030), porcentagem de intestino linear (p<0,0001) e quadrático (p=0,0281). Para porcentagem de gordura abdominal efeito linear (p=0,0080).



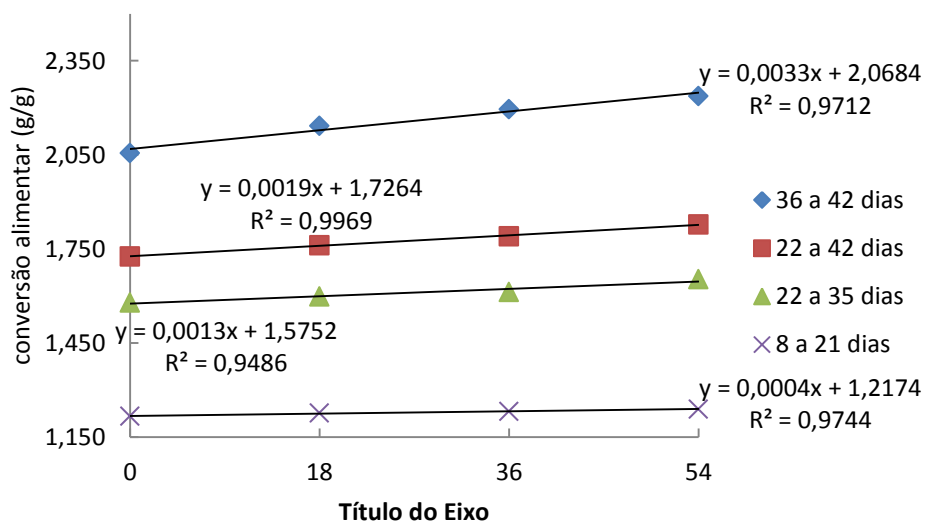
**Figura 4** Gráfico do ganho de peso de frangos de corte machos para os períodos de 1 a 35 dias, 22 a 42 dias e 1 a 42 dias para níveis de Farelo Residual de Milho nas rações (n=14)



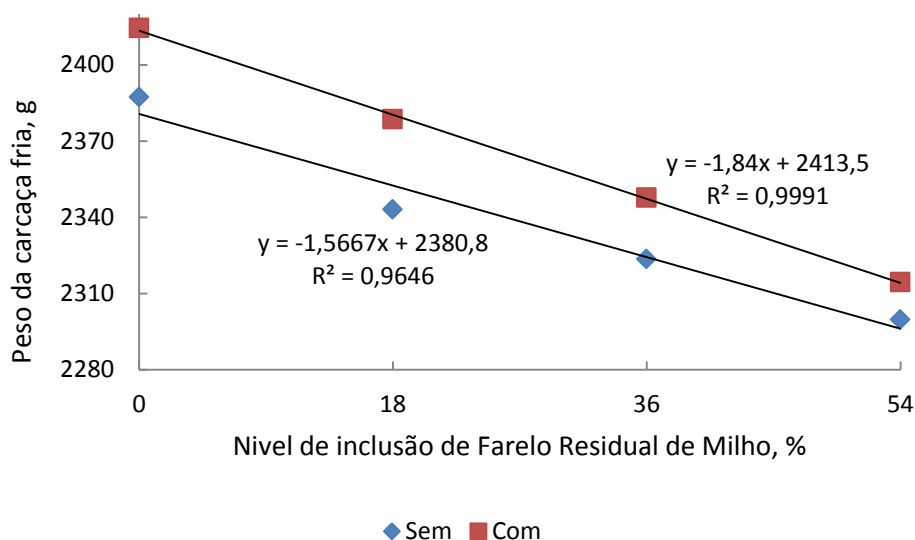
**Figura 5** Gráfico de conversão alimentar de frangos de corte machos para os períodos de 1 a 21, 1 a 35 e 1 a 42 dias para níveis de Farelo Residual de Milho nas rações



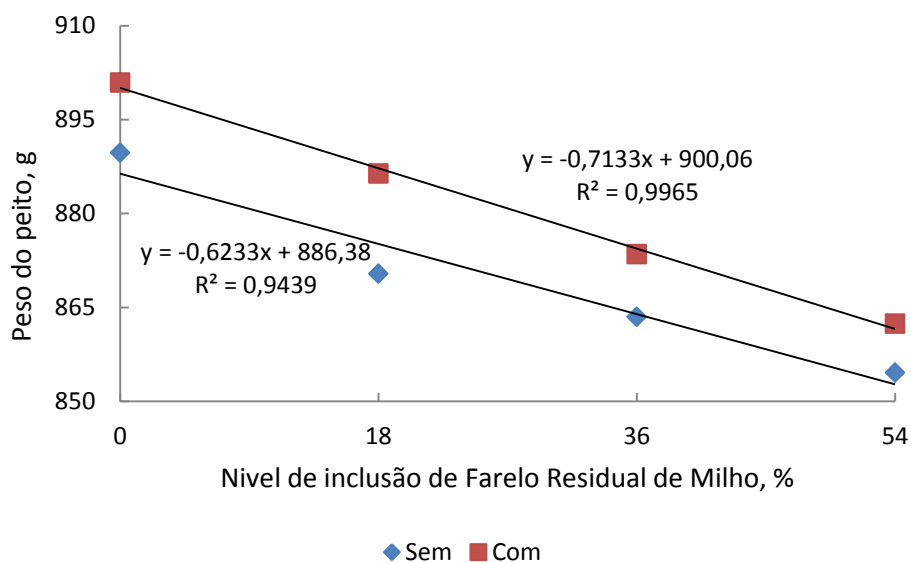
(n=14)



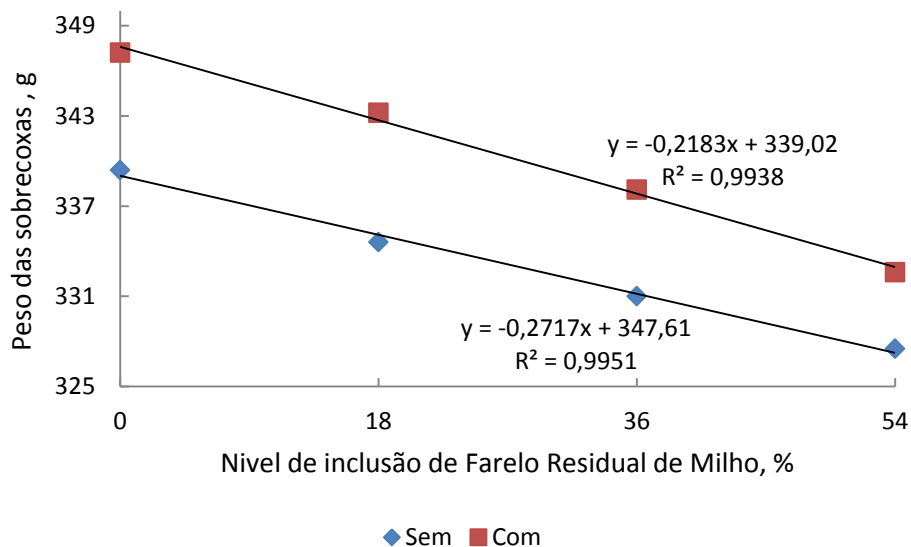
**Figura 6** Gráfico de conversão alimentar de frangos de corte machos para os períodos intermediários de 8 a 21 dias, 22 a 35 dias, 22 a 42 dias e 36 a 42 dias para níveis de Farelo Residual de Milho nas rações (n=14)



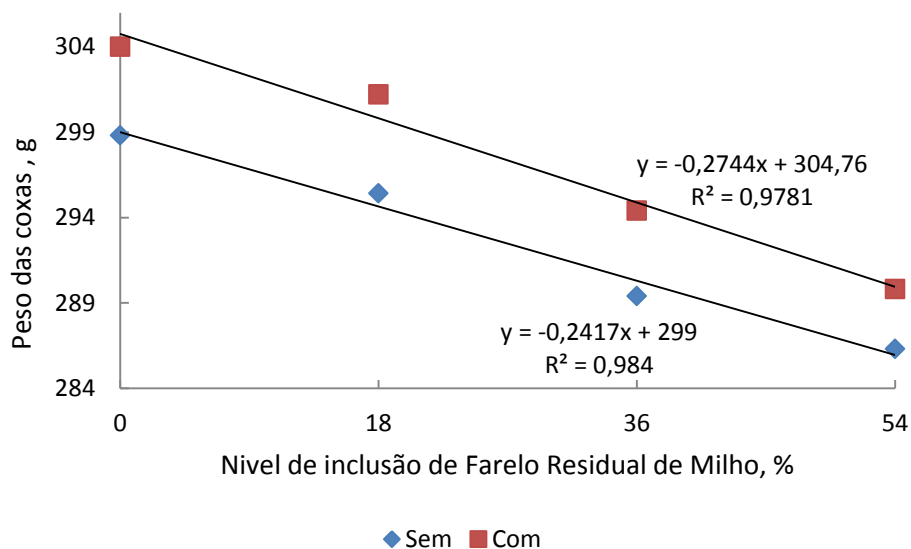
**Figura 7** Gráfico de peso de carcaça fria de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14) e para níveis em dietas com (n=7) e sem enzimas (n=7).



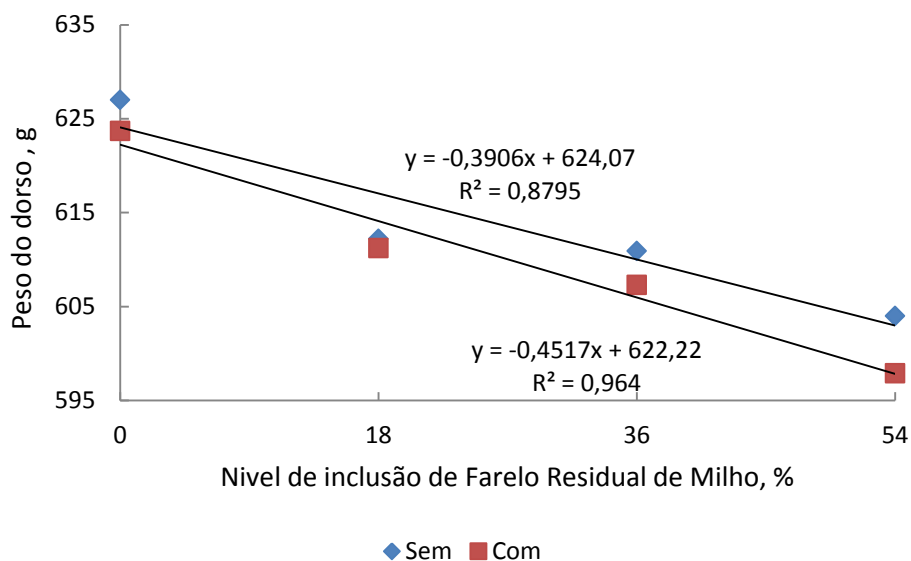
**Figura 8** Gráfico de peso de peito de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14) e para níveis em dietas com (n=7) e sem enzimas (n=7)



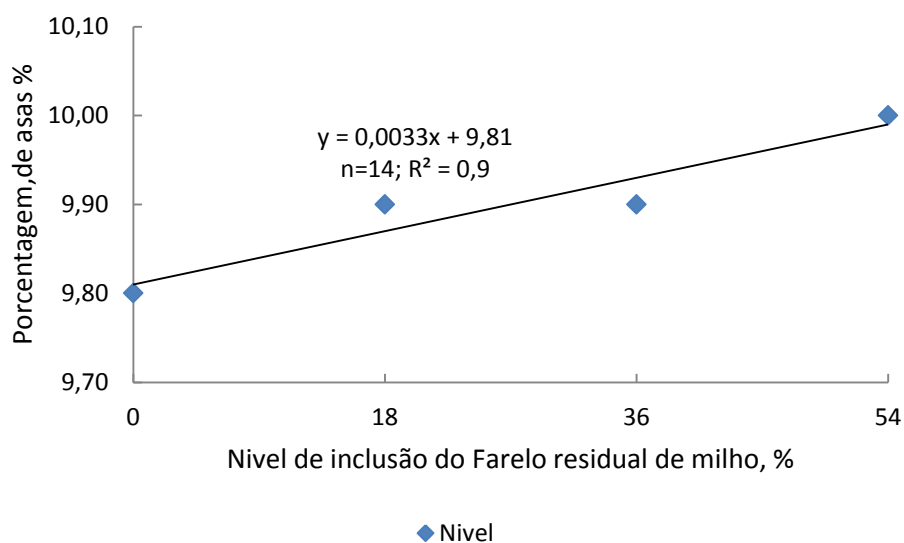
**Figura 9** Gráfico de peso de sobrecoxas de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14) e para níveis em dietas com (n=7) e sem enzimas (n=7)



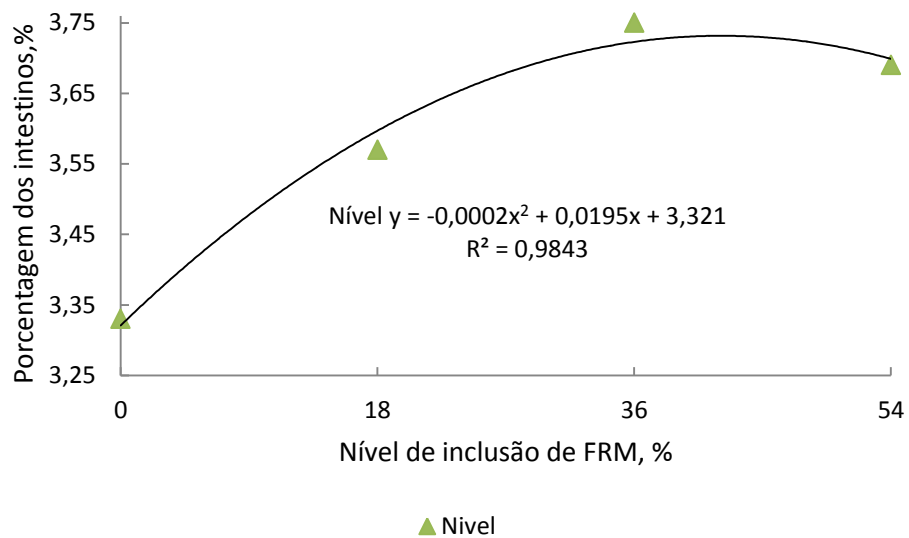
**Figura 10** Gráfico de peso das coxas de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14) e para níveis em dietas com (n=7) e sem enzimas (n=7)



**Figura 11** Gráfico do peso do dorso de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14) e para níveis em dietas com (n=7) e sem enzimas (n=7)



**Figura 12** Gráfico de porcentagem de asas de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14).



**Figura 13** Gráfico do peso relativo dos intestinos de frangos de corte machos aos 42 dias de idade para níveis de Farelo Residual de Milho (n=14).