

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

**CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DA**  
**GOIABA PARA FRANGOS DE CORTE**

**ELAYNE DE SOUZA ROCHA SOARES**

**UFRPE – RECIFE**  
**AGOSTO, 2017**

**ELAYNE DE SOUZA ROCHA SOARES**

**CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DA  
GOIABA PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção animal

**Comitê de Orientação:**

Profº. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello

Profª. Drª. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke

Profª. Drª. Cláudia da Costa Lopes

**UFRPE – RECIFE**

**AGOSTO, 2017**

**ELAYNE DE SOUZA ROCHA SOARES**

**CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DA  
GOIABA PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 25 de agosto de 2017

Comissão Examinadora:

Orientador:

---

**Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Examinadores:

---

**Prof. Dr. Marco Aurélio Carneiro de Holanda**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UAST

---

**Prof.ª Dr.ª Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

**RECIFE – PE**  
**AGOSTO - 2017**

## **BIOGRAFIA**

**ELAYNE DE SOUZA ROCHA SOARES**, filha de Erlande Rocha Soares e Aline de Souza Silva, nasceu em Recife, Pernambuco, em 09 de agosto de 1991.

Ingressou no curso de Bacharelado em Zootecnia no primeiro semestre do ano de 2009, na Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. De Agosto de 2011 a Julho de 2014 foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Em Julho de 2014 concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco obtendo o título de Zootecnista em Setembro de 2014.

Em Março de 2015, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, concentrando seus estudos na área de Produção de Não-Ruminantes, tendo, em agosto de 2017, submetido à defesa a presente dissertação.

*A Deus, Pai Celestial, que me dá força e coragem para enfrentar os desafios da vida. Ilumina minhas escolhas e caminhos traçados, me acompanha e abençoa cada um dos meus dias.*

*À minha querida avó Maria Ivonete Soares (in memoriam), pela sua força e luz. Pela sua dedicação e amor em vida, por acreditar nas minhas escolhas e torcer pela minha vitória.*

*Ao meu amado avô Antônio Luiz Soares (in memoriam), por você ter deixado em minha vida teus traços de homem forte, corajoso e herói. Tem muito de você neste meu mundo.*

*Vocês são as estrelas mais brilhantes do meu céu!*

## **DEDICO**

*Aos meus pais, Aline e Erlande, por todo o esforço a mim direcionado. Por cada dia cheio de trabalho, por cada calo e dor no corpo, pelos longos anos de cansaço e dedicação em me proporcionar o melhor. Ainda não é o suficiente, mas continuarei conquistando tudo em nome de vocês!*

## **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de viver os Seus propósitos, por toda benção, luz e proteção.

Aos meus pais, Erlande e Aline, pelo apoio durante toda a caminhada, pela confiança nas minhas escolhas, por toda dedicação e amor.

À minha tia-mãe, Edlene Rocha, pela companhia e cuidados.

Ao meu tio Elias Rocha, pela torcida, incentivo e carinho.

Ao meu irmão Erlande Júnior pelo apoio e incentivo.

À Caroline Cerqueira, Michelle Siqueira, Thamires Quirino, Juliana Carolina, Ághata Elins e Joselane Priscila pela cumplicidade, carinho, amor e amizade desde a graduação até aqui.

À Amanda Oliveira e Cláudia Lopes, por serem meu ponto de apoio em meio ao desespero, por toda lágrima e sorrisos compartilhados, pelo amor e amizade.

À Nataly Ribeiro e Wando Rocha pelas palavras de apoio, pela força, carinho e amizade.

A Leonardo Barros e Adryanne Marjorie, por dividirem tardes a dois para três, pelo apoio, amor e amizade.

À “Firma MAF”, pela torcida desde a seleção até aqui. Pelo acolhimento neste grupo seletivo tão cheio de afinidade e ciência.

Ao Prof<sup>o</sup>. Marcelo de Andrade Ferreira, pela amizade, cuidado, preocupação e torcida.

A Bruno Araújo e ao Prof<sup>o</sup>. Guilherme Nascimento, pela força durante o experimento e além. Pela mão amiga, por segurarem a barra comigo e aguentarem minhas reclamações sem fim.

À Maria Simone, aluna da UAST, pelo apoio durante as análises e receptividade em sua cidade.

Ao Sr. Pedro, prestador de serviços aos alunos em experimento no departamento, pela colaboração nas atividades pesadas.

Ao prof<sup>o</sup>. Carlos Bôa-Viagem, pela orientação, confiança e ciência compartilhada. Pela paciência e por aceitar o desafio de lidar com o meu jeito difícil de ser.

Ao grupo da Avicultura, pela mão amiga e ajuda no experimento. Pela ciência compartilhada desde a graduação até aqui.

Às minhas co-orientadoras, Prof<sup>a</sup>. Cláudia Lopes e Prof<sup>a</sup>. Maria do Carmo Ludke, pela ciência compartilhada e por cada consideração feita para a melhoria do meu trabalho.

Ao Dr. Guera Mariel pela análise estatística dos meus dados, por dedicar um pouco do seu precioso tempo ao dividir seu conhecimento estatístico sem qualquer obrigação.

À banca avaliadora, pelas críticas, sugestões e contribuições para a melhoria deste trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa e incentivo à pesquisa.

As empresas Frutaplus e Praeira Doces pela doação dos resíduos para a realização desta pesquisa.

A UFRPE – Sede e Unidade Acadêmica de Serra Talhada, ao Departamento de Zootecnia/Sede, a Universidade Federal de Sergipe e ao Prof. Claudson Brito pela disponibilidade das instalações e laboratórios.

A todos que contribuíram de forma direta e indireta para a realização deste trabalho.

*“A gratidão é a memória do coração.”*

(Antístenes)

*“Aqueles que tentam fazer algo e falham são infinitamente melhores do que aqueles que não tentam nada e têm sucesso.”*

(Lloyd Jones)



## SUMÁRIO

	<b>Pág.</b>
LISTA DE TABELAS	10
CAPÍTULO I	11
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Resíduos agroindustriais	14
2.2. Goiaba ( <i>Psidium guajava</i> )	15
2.3. Características e valor nutricional do resíduo da goiaba	16
2.4. Uso de resíduos agroindustriais da goiaba	21
2.5. A importância da determinação de energia metabolizável dos alimentos	22
2.6. Fatores que afetam a digestibilidade de nutrientes	24
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
CAPÍTULO II	33
RESUMO	34
ABSTRACT	35
1. INTRODUÇÃO	36
2. MATERIAL E MÉTODOS	38
3. RESULTADOS	43
4. DISCUSSÃO	48
5. CONCLUSÕES	52
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

## LISTA DE TABELAS

	<b>Pág.</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
Tabela 1. Composição química do resíduo da goiaba de acordo com alguns autores.	18
Tabela 2. Comparativo da composição química do resíduo de goiaba oriundo de duas empresas de beneficiamento.	18
<b>CAPÍTULO II</b>	
Tabela 1. Composição centesimal, energética e nutricional das dietas referência nas fases pré-inicial (1 a 8 dias), inicial (16 a 23 dias) e crescimento (28 a 35 dias).	41
Tabela 2. Médias das variáveis temperatura (T) e umidade relativa (UR) durante as fases experimentais.	41
Tabela 3. Composição química dos resíduos da goiaba expressos com base na matéria seca.	44
Tabela 4. Valores dos coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), proteína bruta (CMAPB), energia bruta (CMAEB), energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) de dietas para frangos de corte em diferentes fases, expressos com base na matéria seca.	45
Tabela 5. Coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), proteína bruta (CMAPB), energia bruta (CMAEB) e valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) de diferentes resíduos da goiaba para frangos de corte em diferentes idades, expressos com base na matéria seca.	47
Tabela 6. Efeitos da interação entre diferentes idades de frangos de corte e tipos de resíduos da goiaba sobre o coeficiente de metabolizabilidade aparente da proteína bruta (CMAPB), expresso com base na matéria seca.	48

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUÇÃO

Grandes transformações econômicas que atingem o mundo e, principalmente os países em desenvolvimento, tem reflexo nas margens de lucratividade das atividades pecuárias, provocando assim, a busca por uma maior eficiência produtiva. Diante disso, produtores de carne visam reduzir os custos e/ou aumentar as receitas, a fim de obter resultados econômicos satisfatórios na atividade (Magalhães et al., 2005).

Na Avicultura a alimentação é um fator de grande relevância, chegando a comprometer cerca de 70% dos custos de produção. Levando-se em consideração o uso de ingredientes que sofrem elevação do preço e até baixa disponibilidade dependendo da região, para formular rações balanceadas devem-se buscar alimentos em substituição àqueles tradicionais, dando prioridade a redução de despesas e garantia da dieta adequada ao sistema de produção.

No geral, cadeias produtivas geram algum tipo de resíduo, e no caso de indústrias ou agroindústrias, em virtude da preocupação mundial com a conservação e preservação do meio ambiente, estas poderiam rever suas ações e buscar atitudes eficazes e benéficas com relação à destinação de seus resíduos. Kobori e Jorge (2005) baseados neste descarte advertem uma atitude mais consciente, uma vez que não são comercializados e o depósito contínuo desse material pode aumentar o custo do processamento.

O destino dos resíduos do processamento das frutas tropicais e subtropicais gera uma problemática para as empresas na medida em que a produção aumenta, sendo o material propenso à degradação microbiológica, dificultando uma exploração futura. Por outro lado, o custo da secagem, armazenamento e transporte são fatores limitados economicamente, pois necessitam de planejamento para serem considerados viáveis às empresas. Dessa maneira, uma utilização eficiente, econômica e segura para o meio ambiente, como na forma de

ingrediente para a alimentação animal, está se tornando mais importante especialmente devido à rentabilidade e aos possíveis empregos gerados (Schieber et al., 2001).

O Brasil produziu em 2010 mais de 42 milhões de toneladas de frutas mantendo-se entre os três maiores países produtores do mundo, sendo o primeiro na produção de frutas tropicais (Kist et al., 2012). De acordo com dados apresentados por Bueno e Baccarin (2012), desse total da produção brasileira, 47% são consumidas *in natura* e 53% são processadas, cujo resíduo pode chegar a 50% da biomassa original (Sousa e Correia, 2010).

De acordo com Diógenes et al. (2014), resíduos agroindustriais provenientes da fruticultura apresentam alta disponibilidade no mercado despertando o interesse para o uso na alimentação animal, além de possuírem quantidades consideráveis de nutrientes essenciais para o desenvolvimento.

A goiaba ocupa um lugar de destaque dentre as frutas tropicais brasileiras e embora o seu consumo *in natura* seja considerado baixo, ela é bastante utilizada pela agroindústria para a fabricação de sucos, doces e geléias. Segundo o IBGE (2015), estima-se que aproximadamente 400 mil toneladas de goiaba são processadas no país por ano, o que corresponde à, aproximadamente 24 mil toneladas de resíduos.

Sendo assim, avalia-se a possibilidade de inclusão de resíduos provenientes da industrialização da goiaba na alimentação de aves, visto que sua demanda e características disponíveis na literatura são favoráveis ao uso.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Resíduos agroindustriais

São produzidos mais de 500 milhões de toneladas de subprodutos e resíduos agroindustriais na América Latina, onde o Brasil contribui com cerca de 50% dessa produção, já que as suas agroindústrias representam mais de 30% da economia e compreende a maior parte dos setores econômicos onde o país detém competitividade internacional (Alves et al., 2007). O crescimento das atividades agroindustriais no país tem acontecido de forma intensa nos últimos anos para atender a demanda por alimentos, levando à elevada produção de resíduos oriundos das atividades de processamento (Santos, 2011).

O aproveitamento dos resíduos e subprodutos da agroindústria reduz os custos da produção, aumenta o aproveitamento do alimento e principalmente, reduz o impacto causado ao serem descartados no meio ambiente (Garmus et al., 2009). As grandes perdas destes subprodutos e a crescente mobilização com possíveis danos causados ao ambiente pelo descarte incorreto reforçam a necessidade do aproveitamento dos resíduos, e motiva muitos pesquisadores a estudarem alternativas para a utilização dos mesmos (Ishimoto et al., 2007).

Segundo Silva (1999), resíduos agroindustriais são produzidos ao se criar, cultivar e elaborar produtos agrícolas não manufaturados, como frutas, vegetais e grãos, estes, considerados como elementos não diretamente produtivos. Porém, depois de adequadas técnicas de processamento dos mesmos, eles podem se tornar ingredientes alternativos e eficientes para a alimentação animal.

Dependendo da forma de processamento e das substâncias utilizadas na matéria prima para extração do óleo, amido e polpas, podem ocorrer variações em sua composição química, além do alto teor de umidade, as quais podem dificultar o seu transporte e manuseio levando o produto a ser utilizado *in natura*, em regiões próximas das unidades processadoras ou

armazenado como silagem, normalmente utilizados para substituir os concentrados na alimentação de ruminantes (Lima, 2005).

Neste contexto, os resíduos agroindustriais surgem como ingredientes alternativos na alimentação animal e fontes substitutivas parciais em dietas. Por outro lado, podem apresentar variações no valor nutricional e, em alguns casos, apresentam baixa qualidade devido à forma de processamento. Portanto, são necessários diversos estudos para avaliar o valor nutricional desses subprodutos, visando a sua inclusão racional na alimentação animal, uma vez que, quando são fornecidos de forma exclusiva, podem não atender às necessidades destes.

## 2.2. Goiaba (*Psidium guajava*)

Membro da família *Myrtaceae*, é um importante fruto nativo da América tropical (Martin, 1984). O seu cultivo está distribuído ao longo das áreas tropicais e subtropicais do mundo (Gonzaga Neto e Soares, 1994). A goiabeira produz um fruto de grande importância, não só devido ao seu valor nutritivo, mas também pela excelente aceitação para o consumo *in natura* e ampla aplicação industrial. Além de possuir quantidade regular de ácidos, açúcares e pectinas, a goiaba apresenta em sua constituição taninos, flavonóides, óleos essenciais, alcoóis sesquiterpenóides e ácidos triterpenóides (Iha et al., 2008; Nascimento et al., 2010).

Segundo o IBGE (2015) o Brasil produz aproximadamente 424.305 mil toneladas de goiaba por ano. A produção do país está concentrada nas regiões nordeste e sudeste tendo os estados de Pernambuco e São Paulo como os maiores produtores.

Pernambuco é responsável por mais de 30% da produção do País, com rendimento equivalente a 144.909 toneladas, e produtividade média de 31.619 kg/ha, sendo considerado o maior produtor regional com mais de 70% da produção. No Vale do São Francisco, os municípios de Petrolina e Santa Maria da Boa Vista produzem cerca de 74.900 e 60.000 mil toneladas da fruta por ano, respectivamente (IBGE, 2015).

Dentre as frutas tropicais brasileiras, a goiaba se destaca pelo seu aroma, sabor e valor nutricional, colocando o Brasil na posição de maior produtor de goiabas vermelhas, sendo a Índia o primeiro produtor de goiabas brancas. Quanto à exportação brasileira, a goiaba ocupou, em 2004, o 26º lugar no ranking em volume comercializado, atingindo o patamar de US\$ 117 mil. No Brasil o consumo da fruta *in natura* ainda é pequeno, estimado em 300g/per capita/ano, embora a goiabada seja um dos doces mais apreciados pelos brasileiros (IEA, 2007).

A época normal de produção da goiaba ocorre entre janeiro e março, no entanto, por meio de práticas culturais como a poda e a irrigação é possível realizar a colheita durante o ano todo. O índice de maturidade ideal para a colheita é reconhecido observando o tamanho, a consistência e a cor do fruto (Siddiqui et al., 1991).

Segundo Arraes (2000), a goiaba apresenta rendimento de suco de 75%, gerando cerca de 25 a 40% de resíduos sendo eles compostos de sementes, frutos e purê. O resíduo da goiaba é citado como um dos principais recursos alternativos disponíveis dentre os subprodutos da agroindústria no Brasil (Nascimento et al., 2010).

### 2.3. Características e valor nutricional do resíduo da goiaba

Os resíduos variam de acordo com os métodos de processamento da fruta, a finalidade da produção, equipamentos da indústria e eficiência destes. Podem apresentar as seguintes composições: sementes puras, sementes mais frutos descartados, sementes mais polpa, sementes mais polpa e frutos descartados. No processamento da goiaba, após o despulpamento e a lavagem com água clorada, obtém-se um resíduo composto principalmente por sementes, na proporção de 4 a 12% da massa total dos frutos beneficiados (Mantovani et al., 2004).



Além da produção de resíduos sólidos que são transformados em farelos incluídos parcialmente nas dietas dos animais, a goiaba também produz óleo oriundo de suas sementes. Este é rico em ácidos graxos insaturados, merecendo atenção o ácido linoleico, responsável por aumentar o tamanho e melhorar a eclodibilidade de ovos provenientes de reprodutoras, quando incluído nas rações de poedeiras na fase inicial de produção (Albino et al., 2003). Prasad e Azeemoddin (1994) constataram que o resíduo da goiaba a base de polpa e, principalmente, sementes contém 76,4% de ácido linoleico dentre sua composição lipídica total. Ainda, Lira (2008) e Guimarães (2007) apresentaram os valores de 9,67% de ácido linoléico; 1,4% de ácido oleico e 0,81% de ácido palmítico, dentre a composição de ácidos graxos.

Na literatura, as informações sobre a composição química dos resíduos de goiaba são limitadas, e os valores encontrados por alguns autores estão dispostos na Tabela 1. É possível observar variação dentre os valores, os quais podem ser influenciados pela época de colheita, tipo de processamento e composição do resíduo da fruta.

Tabela 1. Composição química do resíduo da goiaba de acordo com alguns autores.

Autores	Nutrientes (%)							
	MS	PB	EE	MM	FB	FDN	FDA	Lig
Silva et al. (2009)	90,81	10,09	11,71	1,25	55,62	64,06	57,38	-
Silva et al. (2006)	50,38	9,61	10,83	2,38	60,08	78,96	63,61	-
Nunes et al. (2007)	86,30	8,50	6,00	3,40	-	73,50	54,70	18,50
Embrapa (2002)	-	14,49	11,56	3,03	-	39,23	57,29	10,47
Azevedo et al. (2011)	13,91 <sub>1</sub>	7,09	7,68	-	-	-	59,74	22,10
Santos et al. (2009)	47,04	10,09	11,20	2,21	46,88	-	-	-
Prasad e Azeemoddin (1994)	95,9	7,6	-	0,93	61,4	-	-	-
Gonçalves et al. (2004)	88,80	7,80	-	-	-	72,60	54,80	-
Marinho et al. (2014)	-	18,86	8,45	-	-	-	-	-

Valores expressos com base na matéria seca.

<sup>1</sup> Matéria seca obtida pela análise do resíduo *in natura*.

MS – Matéria Seca/ PB – Proteína Bruta/ EE – Extrato Etéreo/ MM – Matéria Mineral/ FB – Fibra Bruta/ FDN – Fibra em Detergente Neutro/ FDA – Fibra em Detergente Ácido/ Lig – Lignina.

Nas análises das sementes de goiaba provenientes de duas empresas de beneficiamento, Silva (1999) não encontrou grande variabilidade nos valores de composição química (Tabela 2), provavelmente, devido ao fato das empresas apresentarem a mesma forma de processamento da fruta.

Tabela 2. Comparativo da composição química do resíduo de goiaba oriundo de duas empresas de beneficiamento.

Empresas	Nutrientes (%)											
	MS	PB	EE	EB	MM	FDN	FDA	Hem	Lig	Cel	Cut	Síl
1	91,9	8,6	9,8	5.285	1,4	77,1	58,7	18,4	6,6	34,3	17,6	0,01
2	93,0	9,4	11,3	5.250	1,6	74,2	56,9	17,3	7,7	33,2	15,7	0,03

MS – Matéria seca/ PB – Proteína Bruta/ EE – Extrato Etéreo/ EB – Energia Bruta/ MM – Matéria Mineral/ FDN – Fibra em Detergente Neutro/ FDA – Fibra em Detergente Ácido/ Hem – Hemicelulose/ Lig – Lignina/ Cel – Celulose/ Cut – Cutina/ Sil – Silica.

Dados de Energia Bruta expressos em Kcal/kg.

Silva (1999).

Segundo Lousada Júnior et al. (2006), o teor de carboidratos não fibrosos observado nos resíduos da goiaba foram de 12,70%, e apresentaram valor semelhante aos alimentos tradicionais como farelo de algodão, glúten de milho e casca de soja, podendo ser utilizados como fonte destes nutrientes.

Silva et al. (2006) estimaram valores médios de hemicelulose (Hem), extratos não nitrogenados (ENN), carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF) de 15,36%, 15,97%, 77,21%, 3,74%, respectivamente, encontrando variação conforme a época de coleta e a forma de secagem (estufa forçada de 65 °C e seca ao Sol), diferindo de Silva et al. (2009) que determinaram os valores de 6,67%, 12,74%, e 4,30% para Hem, ENN e CNF, respectivamente.

Em estudos com ruminantes, avaliando resíduos de goiaba, foram observados os valores médios de 72,96% de fibra em detergente neutro corrigida para proteína (FDNcp) e 22,10% de lignina. Azevedo et al. (2011) descreveu que a presença de lignina tende a aumentar a fração indigestível do alimento, reduzindo desta forma, a fração potencialmente digestível, concordando com Kirchgessner et al. (1986) que observaram a influencia negativa de altos teores de fibra bruta, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na utilização da energia e nutrientes do alimento.

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) observados na literatura são 1.401 e 1.336 kcal/kg, respectivamente, para frangos de corte (Silva et al., 2009), e 1882 e 1900 kcal/kg, respectivamente, para as galinhas poedeiras (Guimarães, 2007). Em estudos realizados na fase pré-inicial, Lira et al. (2011) observou valores equivalentes a 1.416 kcal/kg, 1.331 kcal/kg e 27,10% para EMA, EMAn e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB),

respectivamente, enquanto que para a fase inicial os valores observados foram de 1.392 kcal/kg, 1.358 kcal/kg e de 26,65%, respectivamente.

Marinho et al. (2014) estudando o uso do resíduo na alimentação de codornas japonesas determinou os valores de 72,25% para carboidratos totais e 5.171 kcal/kg para energia bruta. Santos et al. (2009) observaram o valor de 5.389 kcal/kg para energia bruta do resíduo da goiaba.

Estudando o uso do farelo de goiaba para tilápia do Nilo, Sales et al. (2004) encontraram os seguintes resultados para os valores de digestibilidade aparente da matéria seca, energia bruta, proteína bruta e extrato etéreo: 46,87; 68,70; 64,67 e 32,27%, respectivamente, o que evidencia a boa utilização dos nutrientes do farelo do resíduo de goiaba por essa espécie. Ainda, Furuya et al. (2008) trabalhando com a mesma espécie, encontrou os seguintes valores 48,46%; 58,06%; 66,78% para DAMS, DAPB e DAEB, respectivamente.

Para a composição de aminoácidos do resíduo de goiaba os resultados descritos na literatura são escassos. Segundo Silva et al. (2009), os dez principais aminoácidos que compõem a proteína bruta das sementes do farelo de goiaba, em ordem decrescente, são: ácido glutâmico, arginina, ácido aspártico, glicina, leucina, aminoácidos sulfurosos (metionina+cistina), fenilalanina, serina, valina e alanina. Ainda, segundo os mesmos autores, foram determinados os valores de 0,49% de metionina+cistina, 0,16% de lisina total e 0,23% de treonina.

Lira (2008) e Guimarães (2007) apresentaram valores equivalentes a 0,17% de metionina; 0,32% de cistina; 0,16% lisina, 0,23% treonina; 1,47% de arginina; 0,32% de isoleucina; 0,71% de leucina; 0,39% de valina; 0,25% de histidina; 0,44% de fenilalanina; 0,85% de glicina; 0,42% de serina; 0,30% de prolina; 0,35% de alanina; 0,97% de ácido

aspartâmico e 1,91% de ácido glutâmico para a composição aminoacídica do resíduo de goiaba.

Com relação aos teores de cálcio e fósforo, Silva et al. (2009); Lira (2008) e Guimarães (2007) estimaram valores em torno de 0,11% para fósforo total; 0,037% para fósforo disponível e 0,025% de cálcio em resíduo de goiaba. Contudo, Sales et al. (2004) observaram valores de 32,27% correspondente ao conteúdo de fósforo total, muito superior aos determinados por aqueles autores. Embrapa (2002) apresentaram valores de 0,040% para cálcio e 0,203% para fósforo.

#### 2.4. Uso de resíduos agroindustriais da goiaba

Lira et al. (2009) avaliando a inclusão do resíduo de goiaba em dietas para frangos de corte, concluíram que o produto pode ser utilizado em até 12% promovendo resultados de desempenho e rendimento de carcaça semelhantes àqueles com ração à base de milho e farelo de soja.

Estudando o efeito da inclusão de diferentes níveis do farelo da goiaba (0, 2, 4, 6 e 8%), no período de 30 a 39 semanas, sobre o desempenho zootécnico e características dos ovos de poedeiras comerciais, Guimarães (2007) não observou diferenças significativas para o consumo, conversão alimentar por dúzia de ovos e para a conversão por massa de ovos e percentagem de postura, peso e massa de ovos, peso de albúmem e coloração da gema, à medida que se aumentou o nível de inclusão. Para a percentagem de albúmem houve efeito negativo, e para o peso e percentagem de gema houve efeito linear positivo, recomendando o nível de inclusão de 8%. Corroborando com estes resultados Silva et al. (2009), observaram que o uso do resíduo de goiaba até o nível de 8% em rações de aves poedeiras comerciais pode ser realizada sem prejuízo econômico e produtivo para as aves.

Estudando a inclusão de até 10% do resíduo de goiaba na alimentação de codornas japonesas no período de 16 a 38 dias de idade, Camelo et al. (2015) não observaram influências no consumo de ração, ganho de peso, conversão e eficiência alimentar, assim como, nos cortes, peso e rendimento de carcaça.

Lira et al., (2011) avaliando a composição química e os valores energéticos de rações contendo resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de diferentes idades observaram valores menores de energia metabolizável aparente, aparente corrigida e dos coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta da ração teste com a inclusão de 20% do resíduo da goiaba quando comparada à ração referência, indicando efeito negativo da inclusão do resíduo.

## 2.5. A importância da determinação de energia metabolizável dos alimentos

A energia é um componente fundamental na formulação de rações, não sendo um nutriente, mas o resultado da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo animal. É um dos fatores limitantes do consumo de alimentos e está envolvida em todos os processos produtivos das aves. Assim como tem influência sobre o consumo de ração, no nível energético das dietas, no desempenho das aves e no custo da formulação das rações (Faria e Santos, 2005).

Faria e Santos (2005) citam que o nível de energia das dietas influencia, além do consumo de ração, o desempenho das aves e o custo de formulação. A energia presente nos alimentos pode ser expressa, basicamente, na forma de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL). As exigências energéticas das aves devem ser expressas em termos de EM, sendo esta, a melhor forma de estimar a energia disponível nos alimentos e, a precisão desses valores está relacionada com a eficiência dos sistemas de produção (Albino et al., 1994).

Segundo Albino et al. (1992), para se obter sucesso na formulação de rações para aves é necessário o conhecimento preciso do conteúdo energético dos ingredientes, possibilitando o fornecimento adequado de energia que é responsável pelo desenvolvimento das aves, sendo o principal fator limitante para um bom desempenho.

A energia metabolizável (EM) é a energia bruta consumida subtraindo a energia presente nas fezes e urina (excreta) e nos produtos gasosos da digestão. Para aves, a produção de gases é vista como insignificante, sendo a energia metabolizável representada pela energia bruta consumida menos a energia bruta da excreta (NRC, 1994).

De acordo com Albino (1995) a determinação da EM pode ser realizada por diferentes metodologias, em experimentos de métodos biológicos e não biológicos. Os métodos de Sibbald, de Farrel e o de coleta total são alguns exemplos de métodos biológicos, enquanto a determinação *in vitro* e as equações de predição são exemplos de métodos não biológicos. Por estes métodos pode-se determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida para o balanço de nitrogênio (EMVn).

Os ingredientes utilizados nas rações possuem valores de EMA e as exigências expressas da mesma forma em kcal/kg de ingrediente. Estes valores, basicamente, representam a diferença entre a energia ingerida por meio das rações e a energia excretada nas fezes e urina, sendo que, para aves, a energia perdida na forma de gases durante o processo de digestão pode ser ignorada (NRC, 1994).

A energia metabolizável aparente (EMA) consiste na diferença entre energia consumida e energia da excreta, sem levar em consideração que parte da energia da excreta é proveniente de material endógeno. Sendo assim, esta energia das perdas endógenas é

contabilizada como se fosse energia do alimento não absorvido. No entanto, quando se determina a quantidade de energia proveniente de perdas endógenas e considera-se este valor nos cálculos temos a energia metabolizável verdadeira (EMV), com isso, a EMV será sempre maior que a EMA (Song et al., 2003). Segundo Wolynetz & Sibbald (1984), os valores de EMA ou de EMV podem ser corrigidos em função do balanço de nitrogênio (BN), possibilitando uma estimativa da retenção ou perda de nitrogênio pelo animal. Ao utilizar esse tipo de correção, determina-se a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e a energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn).

Existem fatores que afetam a utilização da energia metabolizável pelos animais, como idade, peso corporal (Noblet & Milgen, 2004), sexo (Nascif et al., 2004), consumo (Albino, 1991), tipo e intensidade do processamento do alimento (Scapim et al., 2003), teores e vitaminas e microminerais da ração-teste (Ávila et al., 2006).

## 2.6. Fatores que afetam a digestibilidade de nutrientes

Partindo do fato de que alguns alimentos contem nutrientes mais digestíveis que outros indica que a digestibilidade, a qual deveria ser uma característica do alimento, independe do animal que irá consumi-lo, e é influenciada pela interação animal/alimento e por uma série de fatores, dos quais se destacam a espécie, a raça, a linhagem, a idade, o peso, o consumo da ração e água, o estado clínico dos animais, a atividade microbiana do lúmen intestinal, a ação das enzimas endógenas do animal, a influencia da temperatura ambiente e a taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo (Albino, 1991).

Outros fatores que podem interferir na digestibilidade e/ou disponibilidade dos nutrientes são: as condições, a qualidade, o tipo e o grau de processamento utilizados na fabricação do alimento; o armazenamento; a interação com outros nutrientes; os níveis



nutricionais da dieta; níveis de inclusão dos alimentos; os fatores nutricionais na ração e os métodos utilizados para avaliação da digestibilidade e/ou disponibilidade dos alimentos (Torres, 2003).

De acordo com Lima et al. (1989), a quantificação dos nutrientes que compõem os ingredientes utilizados nas rações fornece apenas informações sobre o conteúdo total desses nutrientes no alimento, porém desconsideram que uma fração desses nutrientes nos alimentos pode não ser absorvida e disponibilizada. Sendo assim, é importante que na caracterização de um nutriente ele seja avaliado química, física e biologicamente e que, em seguida, considere-se os resultados.

Cousins (1999) afirma que a indisponibilidade de quantidades consideráveis de nutrientes nas rações é influenciada pela formação de complexos naturais, vistos como antinutricionais, que normalmente não são tóxicos, mas sua presença resulta em baixo desempenho, alterações hormonais e esporádicas lesões nos órgãos. O teor de fibra do alimento pode reduzir a disponibilidade de nutrientes e aumentar as perdas endógenas em aves, de modo que provoca um aumento na produção de muco devido às lesões nas células da mucosa intestinal, que, inclusive, formam uma camada gelatinosa em volta do nutriente, diminuindo assim a atuação das enzimas digestivas (Parsons et al., 1985).

Torres (2003) relata que a presença de fibra como fator antinutricional provoca a formação de gel, deixando o trânsito do alimento mais lento, diminuindo assim o consumo da ração e permitindo a multiplicação de bactérias intestinais que podem alcançar porções superiores do intestino delgado, produzindo ácidos que degradam enzimas responsáveis pela digestão, principalmente dos lipídeos, diminuindo a absorção de pigmentos e vitaminas lipossolúveis, além da utilização de outros nutrientes pela microflora, como o amido e as proteínas, competindo, com o animal.

A idade, também, é um fator que influencia no processo de digestão, sendo relacionada à maturação dos órgãos que compõem o sistema digestivo, incluindo a produção de enzimas digestivas das aves (Nitsan et al.,1991). Segundo Freitas (2003), os lipídios são os nutrientes que mais são influenciados em relação à digestão e absorção, em função da idade. Katangole & March (1980) e Whitehead & Fischer (1982) observaram que a energia metabolizável e a absorção das gorduras aumentam na medida em que as aves crescem, afirmando a influência da idade no processo de digestão e absorção da gordura.

Batal e Parsons (2002) também afirmaram que a idade das aves não interfere apenas nos valores de energia metabolizável, mas também na digestibilidade aparente de vários nutrientes da dieta e observaram que o valor de EM aumenta até o 14º dia e a digestibilidade da lisina até o 10º dia, a partir dos quais se mantém constante.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L. F. T. Metodologia de determinação da disponibilidade de energia em ingredientes para aves e suínos. In: **SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS**, 1., 1995, Campinas. Trabalhos apresentados... Campinas: [S. n.], 1995. p. 73-81.
- ALBINO, L. F. T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. 1991. 141f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.
- ALBINO, L. F. T., ROSTAGNO, H. S., FONSECA, J. B. et al. Utilização de diferentes sistemas de avaliação energéticas dos alimentos na formulação de rações para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.6, p.1037–1046, 1992.
- ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. C. de T., **Criação de codornas para produção de ovos e carne; Aprenda Fácil**; Viçosa – MG; 289 p. 2003.
- ALBINO, L. F. T.; BRUM, P. A. R.; FIALHO, F. B.; PAIVA, G. J.; HARA, C. Análise individual versus “pool” de excreta na determinação de energia bruta em ensaio de energia metabolizável. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 467-473, 1994.
- ALVES, A. C. do N.; MATTOS, W. R. S.; SANTOS, F. A. P. et al. Substituição parcial de silagem de milho por farelo de glúten de milho desidratado na alimentação de vacas holandesas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1590-1596, 2007 (supl.).
- ARRAES, G. M. Production and Processing of Tropical Fruit Juices from Brazil. **Annals of the 23rd IFM Symposium**, Havana - Cuba, p.316-327, 2000.
- ÁVILA, V. S.; PAULA, A.; BRUM, P. A. R. et al. Uso da metodologia de coleta total de excretas na determinação de energia metabolizável em rações para frangos de corte ajustadas ou não quanto aos níveis de vitaminas e minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1691-1695, 2006 (supl.).
- AZEVEDO, J. A. G., VALADARES FILHO, S. C., PINA, D. S., et al. Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas com resíduos de frutas para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1052-1060, 2011.
- BATAL, A. B.; PARSONS, C. M. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. **Poultry Science**, v.81, p. 400-407, 2002.
- BUENO, G.; BACCARIN, J. G. Participação das principais frutas brasileiras no comércio internacional: 1997 a 2008. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 424-434, 2012.
- CAMELO, L. C. L., LANA, G. R. Q., SANTOS, M. J. B., CAMELO, Y. A. R. P., MARINHO, A. L., RABELLO, C. B. V. Inclusão de farelo de goiaba na dieta de codornas européias. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania, v.16, n.3, 343-349, 2015.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV – EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1., 1999, Concórdia. **Anais...**: Embrapa, novembro, 1999. p. 118-132.

DIÓGENES, G.V; ARRUDA, A.M.V.; VASCONCELOS, N.V.B.; FERNANDES, R.T.V.; MARINHO, J.B.M.; LOPES, F. DE F. SILVA, B.V.A.; PAIVA, C. C. P. L. Digestibilidade do resíduo agroindustrial de caju em rações para aves. In: **XXIV Congresso Brasileiro De Zootecnia**. Vitória - ES, 2014.

EMBRAPA. **Fruticultura**. 2002. Disponível em: <[http://www21.sede.embrapa.br/linhas\\_de\\_acao/alimentos/fruticultura](http://www21.sede.embrapa.br/linhas_de_acao/alimentos/fruticultura)>. Acesso em: 20 de setembro de 2015.

FARIA E SANTOS, A. L. Exigências nutricionais de galinhas poedeiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2ed., 2005, Viçosa. **Anais...** UFV, p.315–329, 2005.

FREITAS, E. R. **Avaliação nutricional de alguns alimentos processados para aves por diferentes metodologias e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. 2003.129p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 2003.

FURUYA, W. M.; SALES, P. J. P.; SANTOS, L. D.; SILVA, L. C. R.; SILVA, T. C. S.; FURUYA, V. R. B. Composição química e coeficientes de digestibilidade aparente dos subprodutos desidratados das polpas de tomate e goiaba para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Instituto Brasileiro de Pesca**, São Paulo, v.34, n.4, p.505-510, 2008.

GARMUS, T. T.; BEZERRA, J. R. M. V.; RIGO, M.; CÓRDOVA, K. R. V. Elaboração de Biscoitos com Adição de Farinha de Casca de Batata (*Solanum tuberosum* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Paraná, v. 03, n. 02, p. 56-65. 2009.

GONÇALVES, J. S; NEIVA, J. N. M; VIEIRA, N. F; OLIVEIRA FILHO, G. S. E RAIMUNDO LÔBO, N. B. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de diferentes níveis dos subprodutos do processamento de acerola (*Malpighia glabra* L.) e de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Revista Ciência Agrônômica**, v.35, n.1, p.131 – 137, 2004

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J. M. **Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção**. 1994. Brasília: Embrapa-SPI, p. 49, 1994.

GUIMARÃES, A. A. S. **Utilização do resíduo de goiaba (*Psidium guajava* L.) na alimentação de poedeiras comerciais**. 2007. 42f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2007.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Produção agrícola municipal**. 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 24 de outubro de 2016

IEA – **Instituto de Economia Agrícola**. 2007. Disponível em <[www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1902](http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1902)> Acesso em 20 novembro 2015.

- IHA, M. S. et al. Estudo fitoquímico de goiaba (*Psidium guajava* L.) com potencial antioxidante para o desenvolvimento de formulação fitocosmética. **Brazilian Journal Pharmacognosy**, João Pessoa, v. 18, n. 3, p. 387-393. 2008.
- ISHIMOTO F. Y, HARADA A. I., BRANCO I. G., CONCEIÇÃO W. A. S., COUTINHO M. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* F, var. flavicarpa Deg.) para produção de biscoitos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 9, n. 2, p.279 – 292, 2007.
- KATANGOLE, J. B. D.; MARCH, B. E. Fat utilization in relation to intestinal fatty acid binding protein and bile salts in chicks of different ages and different genetic sources. **Poultry Science**, v.59, n.4, p.819-827, 1980.
- KIRCHGESSNER, M.; KURZINGER, H.; SCHWARZ, F. J. Digestibility of crude nutrients in different feeds and estimation of their energy content of carp (*Cyprinus carpio*). **Aquaculture**, v.58, n.3-4, p.185-194, 1986.
- KIST, B. B.; VENCATO, A.; SANTOS, C.; REETZ, E. R.; POLL, H.; BELING, R. R. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**, Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta, 2012, 128 p.
- KOBORI, C.N. E JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais, **Ciências Agrotecnologia**. Lavras, v.29, n.5, p.1008-1014, 2005.
- LIMA, F. A. P. **Subprodutos agroindustriais**. 2005. Disponível em: [www.propasto.br](http://www.propasto.br). Acesso em outubro de 2015.
- LIMA, L. I. SILVA, D. J.; ROSTAGNO, H. S. Composição química e valores energéticos de alguns ingredientes determinados em pintos e galos, utilizando duas metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.6, p.547-556, 1989.
- LIRA, R. C. **Valor nutricional e utilização do resíduo da goiaba (*Psidium guajava* L.) e do tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) na alimentação de frangos de corte**. Tese (Doutorado em Zootecnia), 2008. 105 f. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2008.
- LIRA, R. C.; RABELLO, C. B. V; FERREIRA, P.V; LANA, G.R.Q; LÜDKE, J.V; DUTRA JUNIOR, W.M. Inclusion of guava wastes in feed for broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.12, p. 2401-2407, 2009.
- LIRA, R. C.; RABELLO, C. B. V.; SILVA, E. P.; FERREIRA, P. V.; LUDKE, M. C. M.; COSTA, E. V. Chemical composition and energy value of guava and tomato wastes for broilers chickens at different ages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 1019-1024, 2011.
- LOUSADA JÚNIOR, J. E.; COSTA, J. M. C.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, n.1, p.70-76, 2006.

- MAGALHÃES, K. A.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F. Desempenho, composição física e características da carcaça de novilhos alimentados com diferentes níveis de casca de algodão, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2466-2474, 2005 (suplemento).
- MANTOVANI, J. R., CORRÊA, M. C. M., CRUZ, M. C. P., FERREIRA, M. E. & NATALE, W. Uso fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiabas. 2004. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, 26(2): 339-342.
- MARINHO, A. L.; LANA, S. R. V.; LANA, G. R. Q.; LIRA, R. C.; CAMELO, L. C. L.; VIANA JUNIOR, P. C.; AMORIM, P. L. Efeito da inclusão do resíduo de goiaba sobre o rendimento de carcaça de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Científica de Produção Animal**, v.12, n. 1, p. 46-49, 2014.
- MARTIN, F. W. **Handbook of Tropical Food Crops** (CRC Press, Flórida) 1984 pp. 254-256.
- NASCIF, C.C.C., GOMES, P.C., ALBINO, L.F.T. Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.375-385, 2004.
- NASCIMENTO, R. J., ARAÚJO, C. R., MELO, E. A., Atividade antioxidante de extratos de resíduo agroindustrial de goiaba (*psidium guajava* L.), **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 209-216. 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy of Science, 1994. 155 p.
- NITSAN, Z.; DUNNING, E. A.; SIEGEL, P. B. Organ growth and digestive enzyme levels to fifteen days of age in lines of chickens differing in body weight. **Poultry Science**, v.70, n.10, p.2040-2048, 1991.
- NOBLET, J.; MILGEN, J. Energy value of pig feeds: effect of pig body weight and energy evaluation system. **Journal of Animal Science**, v.82, n.13, p.229-238, 2004 (suppl.)
- NUNES, H., ZANINE, A. D. M., MACHADO, T. M. M., CARVALHO, F. C. Alimentos alternativos na dieta dos ovinos: Uma revisão. **Asociación Latinoamericana de Producción Animal**. 2007. 15(4):147-58. <<http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2015-4/nunes.pdf>>. Acesso em setembro de 2015.
- PARSONS, C. M. A. POTTER, L. M.; BLISS, B. A. True metabolizable energy corrected to nitrogen equilibrium. **Poltry Science**, Champaign, v.61, n.11, p. 2241 – 2246, 1985.
- PRASAD, N. B. L.; AZEEMODDIN, G. Characteristics and composition of guava (*Psidium guajava* L.) seed and oil. **Journal of the American Oil Chemistry Society**, v.71, n.4, p.457-458, 1994.
- SALES, P. J. P.; FURUYA, W. M.; SANTOS, V. G. et al. Valor nutritivo dos farelos do subproduto industrial do tomate (*Lycopersicum esculentum*) e da goiaba (*Psidium guajava*) para tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de

Zootecnia, 41. Campo Grande, MS. **Anais...**Sociedade Brasileira de Zootecnia/Embrapa gado de corte. Disponível em Cd – Room. 2004

SANTOS, C. X. **Caracterização físico-química e análise da composição química da semente de goiaba oriunda de resíduos agroindustriais.** 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Itapetinga, 2011.

SANTOS, E. L.; LUDKE, M. C. M. M.; BARBOSA, J. M. et al. Digestibilidade aparente do farelo de coco e do resíduo de goiaba para tilápia do Nilo. **Caatinga**, UFERSA, v.22, n.2, p.175-180, 2009.

SCAPIM, M. R. S., LOURES, E. G., ROSTAGNO, H. S. et al. Avaliação nutricional da farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetida a diferentes tratamentos térmicos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.25, n.1, p.91–98, 2003.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Byproducts of plant food processing as a source of functional compounds: recent developments. **Trends Food Science Technology**, Cambridge, v. 12, n.11, p. 401-413, 2001.

SILVA, D. A. T.; RABELLO, C. B. V.; SILVA, E. P. et al. Efeito de dois métodos de pré-secagem na composição bromatológica do resíduo do farelo de goiaba para frango de corte In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE – CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 6., 2006, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco [2006]. (CD-ROM).

SILVA, E. P.; SILVA, D. A. T.; RABELLO, C. B. V.; LIMA, R. B., LIMA, M. B.; LUDKE, J. V. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1051-1058. 2009.

SILVA, J. D. A. **Composição química e digestibilidade in situ da semente de goiaba (*Psidium guajava L.*)** Recife, 1999. 34 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 1999.

SONG, G .; LI, D. F.; PIAO, X. S. et al. Comparisons of amino acid availability by diferente methods and metabolizable energy determination of a Chinese variety of high oil corn. **Poultry Science**, v. 82, n.6, p. 1017 – 1023, 2003.

SOUSA, B. A. A.; CORREIA, R. T. P. Biotechnological reuse of fruit residues as a rational strategy for agro-industrial resources. **J Tech Manage Innov**, Santiago, v.5, n.2, p.104-112, 2010.

TORRES, D. M. **Valor nutricional de farelos de arroz suplementados com fitase, determinado por diferentes metodologias com aves.** 2003. 172p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2003.

WHITEHEAD, G. C.; FISCHER, C. The utilization of various fats by turkey of different ages. **British Poultry Science**, v.38, n.1, p.28-35, 1982.

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



# CAPÍTULO II

## UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA GOIABA PARA FRANGOS DE CORTE

### RESUMO

Objetivou-se caracterizar nutricionalmente resíduos do processamento da goiaba de indústrias de sucos e doces para frangos de corte. Realizaram-se três ensaios de metabolismo nas fases pré-inicial, inicial e crescimento, utilizando 234 pintos de corte, Cobb 500, machos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e seis repetições. As dietas foram compostas por uma referência a base de milho e farelo de soja e duas dietas testes, uma com 20% de inclusão do resíduo da goiaba do suco (FGP) e outra com 20% de inclusão do resíduo do doce (FGD). Realizou-se coleta total de excretas e todo o material foi processado e enviado para análises de composição química. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resíduos em estudo possuem valores semelhantes de matéria seca e energia bruta, porém o FGD apresentou maiores percentuais de proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral quando comparado ao FGP. Este, por sua vez, apresentou maior teor de fibra e carboidratos não estruturais. Com relação aos valores de energia, o FGP apresentou 1.424 kcal/kg para EMA e 1.423 kcal/kg para EMAn e o FGD, 1.579 kcal/kg para EMA e 1.419 kcal/kg para EMAn. A inclusão dos resíduos reduziu a metabolizabilidade dos nutrientes das rações e os resíduos não diferiram com relação aos valores de CMAMS, EMA, EMAn e CMAEB. Os valores de EMA aumentaram com o crescimento das aves e para o CMAPB, os resíduos diferiram entre si nas fases pré-inicial e inicial para ambos resíduos, tendo ainda melhor aproveitamento da proteína na fase de crescimento. Concluindo assim que o FGD possui melhor composição nutricional quando comparado ao FGP e a inclusão dos resíduos pode reduzir o aproveitamento dos nutrientes e energia metabolizável pelas aves.

**Palavras-chave:** alimento alternativo, composição nutricional, digestibilidade, energia metabolizável

## ABSTRACT

The objective of this study was to characterize nutritionally the wastes from the processing of guava from juices and sweets industries to broilers. Three metabolism assays were performed in the pre-initial, initial and growth phases, using 234 chicks, Cobb 500, male, distributed in a completely randomized design with three treatments and six replicates. The diets were composed of a reference with corn and soybean meal and two diets tests, one with 20% inclusion of the guava juice waste (FGP) and another with 20% inclusion of the sweet waste (FGD). Total excreta collection was performed and all material was processed and sent for chemical composition analyzes. The data were submitted to analysis of variance and Tukey test at 5% of probability. The wastes under study have similar values of dry matter and crude energy, but the FGD presented higher percentages of crude protein, ethereal extract and mineral matter when compared to FGP. This, in turn, presented higher fiber content and non-structural carbohydrates. Regarding the energy values, FGP presented 1,424 kcal / kg for EMA and 1,423 kcal / kg for EMAn and FGD, 1,579 kcal / kg for EMA and 1,419 kcal / kg for EMAn. The inclusion of the wastes reduced the metabolizability of the nutrients of the rations and the wastes did not differ in relation to the values of CMAMS, AMA, EMAn and CMAEB. The EMA values increased with the growth of the broilers and for the CMAPB, the wastes differed in the pre-initial and initial phases for both residues, having an even better use of the protein in the growth phase. Thus, FGD has a better nutritional composition when compared to FGP and the inclusion of wastes can reduce nutrient utilization and metabolizable energy by broilers.

Key words: alternative food, nutritional composition, digestibility, metabolizable energy

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a conservação do meio ambiente e o correto destino de resíduos oriundos das indústrias ganharam um maior interesse e visibilidade pela população mundial. Esta, associada à busca de fontes alternativas que reduzam os custos com alimentação do sistema de produção animal, fazem com que pesquisas sejam realizadas a fim de caracterizar o potencial nutricional e a utilização desses resíduos.

Neste contexto, tem-se que as indústrias de beneficiamento de frutas geram grande quantidade de resíduos, e estes, por possuírem potencial fermentativo devido à sua alta umidade, são ligeiramente descartados no ambiente. Dentre muitas frutas que após beneficiadas pelas indústrias geram resíduos com potencial de uso na alimentação animal, temos como objeto de estudo a goiaba. De acordo com Arraes (2000) esta fruta apresenta rendimento de suco de 75%, gerando cerca de 25 a 40% de resíduos, sendo eles compostos de sementes, frutos, purê. O resíduo da goiaba é citado como um dos principais recursos alternativos disponíveis dentre os subprodutos da agroindústria no Brasil (Nascimento et al., 2010).

Segundo o IBGE (2015) o Brasil produz aproximadamente 424.305 mil toneladas de goiaba por ano. A produção do país está concentrada nas regiões nordeste e sudeste tendo os estados de Pernambuco e São Paulo como os maiores produtores.

Pernambuco é responsável por mais de 30% da produção do País, com a produção equivalente a 144.909 toneladas, e produtividade média de 31.619 kg/ha, sendo considerado o maior produtor regional com mais de 70% da produção. No Vale do São Francisco, os municípios de Petrolina e Santa Maria da Boa Vista produzem cerca de 74.900 e 60.000 mil toneladas da fruta por ano (IBGE, 2015).

Os resíduos variam de acordo com os métodos de processamento da fruta, a finalidade da produção, equipamentos da indústria e eficiência destes. Podem apresentar as seguintes composições: sementes puras, sementes mais frutos descartados, sementes mais polpa, sementes mais polpa e mais frutos descartados. Na literatura, já existem pesquisas com a utilização de resíduo de goiaba na alimentação animal, porém são escassas as informações sobre o tipo de processamento da fruta, visto que, este fator pode influenciar na composição química do material e na disponibilidade dos nutrientes para os animais.

Com relação à composição química deste resíduo que pode ser encontrada na literatura, os valores mais significativos são de 90,81% para matéria seca, 11,71% de extrato etéreo (Silva et al., 2009) e 14,49% para proteína bruta (Embrapa, 2002). Silva et al. (2006) estimaram valores médios de fibra bruta (FB), hemicelulose (Hem), extratos não nitrogenados (ENN), carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF) sendo equivalentes a 60,08%; 15,36%; 15,97%; 77,21%; 3,74%, respectivamente, encontrando variação conforme a época de coleta e a forma de secagem (estufa forçada de 65 °C e seca ao Sol). Em estudos com ruminantes, avaliando resíduos de goiaba, foram observados os valores médios de 72,96% de fibra em detergente neutro corrigida para proteína (FDNcp) e 22,10% de lignina (Azevedo et al., 2011).

Para os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio Silva et al. (2009) observaram 1.401 kcal/kg e 1.336 kcal/kg, respectivamente, para frangos de corte.

Segundo Torres (2003) dentre os fatores que podem interferir na digestibilidade e/ou disponibilidade dos nutrientes tem-se: as condições do alimento, a qualidade, o tipo e o grau de processamento utilizado na fabricação do alimento; o armazenamento; a interação com outros nutrientes; os níveis nutricionais da dieta; níveis de inclusão dos alimentos; os fatores

nutricionais na ração e os métodos utilizados para avaliação da digestibilidade e/ou disponibilidade dos alimentos.

O teor de fibra indigestível do alimento, também, pode reduzir a disponibilidade de nutrientes, pois provoca um aumento na produção de muco devido às lesões nas células da mucosa intestinal e forma uma camada gelatinosa em volta do nutriente diminuindo a atuação das enzimas digestivas e aumentando as perdas endógenas (Parsons et al., 1985). Ainda, a idade é um fator que influencia no processo de digestão, sendo relacionada à maturação dos órgãos que compõem o sistema digestivo, incluindo a produção de enzimas digestivas (Nitsan et al., 1991).

Contudo, objetivou-se estudar o potencial nutricional dos resíduos provenientes do processamento industrial da goiaba para de frangos de corte em diferentes idades, a fim de se obter um ingrediente alternativo na alimentação animal e um correto destino deste resíduo da agroindústria.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Local do experimento**

O estudo foi realizado no Laboratório de Digestibilidade de Não-Ruminantes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizado em Recife, Pernambuco, Brasil.

### **2.2. Caracterização do resíduo do processamento da goiaba**

Os resíduos utilizados na pesquisa foram provenientes do processamento e produção de sucos e, doces de goiaba. Os mesmos foram doados pelas empresas PERNAMBUCO COMÉRCIO de Polpas Ltda – ME (indústria de polpas e sucos) e, DOCES PRAEIRA INDÚSTRIA E COMÉRCIO (indústria de doces). Embora as empresas possuam objetivos diferentes de produção de industrializados da goiaba, os fluxogramas do processamento da

fruta são semelhantes, no qual elas são recebidas, selecionadas, lavadas, cortadas, trituradas e peneiradas para obtenção do resíduo. Porém, na indústria produtora de doces, o processo se diferencia apenas pelo fato da goiaba receber uma fervura antes de sua trituração.

O material oriundo do processamento da goiaba para a fabricação de polpas de suco foi disponibilizado pronto para uso, já processado pela empresa, após passar por processo de lavagem e secagem; da indústria de doces, foi disponibilizado *in natura*, composto por sementes e vestígios de polpa, o qual foi seco ao ar livre sob o sol por três dias para que fosse eliminada qualquer umidade aparente. Antes de serem adicionados às rações, ambos resíduos foram moídos em triturador industrial de grãos.

### 2.3. Determinação da composição química dos resíduos

Amostras foram coletadas e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, para a determinação dos teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, fibra bruta e energia bruta segundo as metodologias de Silva e Queiroz (2002). Ainda, foram enviadas para a empresa EVONIK para a determinação de aminoácidos pelo método HPLC.

### 2.4. Ensaio de metabolismo

Foram realizados três experimentos em diferentes fases dos frangos de corte: pré-inicial (1 a 8 dias), inicial (16 a 23 dias) e crescimento (28 a 35 dias), utilizando-se 6, 4 e 3 aves por unidade experimental, respectivamente. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado composto por três tratamentos e seis repetições, totalizando 18 parcelas experimentais.

Os tratamentos consistiram de uma dieta referência à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), e duas dietas testes com inclusão de 20% de farelo de goiaba integral proveniente da produção de polpas e sucos (FGP) e 20% de farelo integral proveniente da produção de doces (FGD). As rações foram formuladas a partir das tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais propostas por Rostagno et al., (2011). As aves receberam água e ração *ad libitum*, segundo recomendações da linhagem.

Utilizou-se um total de 234 pintos, machos, da linhagem Cobb 500, agrupados por peso médio e alojados ao acaso em gaiolas metabólicas de dimensões 0,50x0,50x0,50m, equipadas com bandejas revestidas por lona plástica para facilitar a coleta do conteúdo excretado pelas aves. Estas foram instaladas em sala climatizada, com ambiência controlada, e quando em fase pré-inicial, aquecida por campânula a gás para proporcionar conforto térmico às aves. As variáveis climáticas foram anotadas diariamente às 9:00 e às 15:00 horas, sendo os dados utilizados para os cálculos de temperatura e umidade máximas e mínimas nas fases experimentais (Tabela 2).

Utilizou-se o método de coleta total de excretas, obedecendo a um período de quatro dias de adaptação das aves às instalações e rações experimentais e, quatro dias de coleta do material. Todo o consumo de ração e produção de excretas de cada unidade experimental foi registrado.

O óxido férrico foi utilizado como marcador fecal em concentração de 1% nas rações experimentais, determinando o início e final da coleta. Assim, foram desprezadas as excretas não marcadas no primeiro dia e as marcadas no último dia do período de coleta. Foram realizadas coletas uma vez ao dia, sendo todo o material recolhido, acondicionado em sacos plásticos e congelados em freezer a -20°C, para posterior processamento e análise.



Tabela 1. Composição centesimal, energética e nutricional das dietas referência nas fases pré-inicial (1 a 8 dias), inicial (16 a 23 dias) e crescimento (28 a 35 dias).

Ingredientes (%)	Fases (dias)		
	1 a 8	16 a 23	28 a 35
Milho	59,31	60,56	61,49
Farelo de Soja (45% de PB)	35,0	33,0	31,0
Óleo de Soja	1,31	2,43	3,83
Sal Comum	0,448	0,475	0,400
Calcário Calcítico	0,930	0,940	0,840
Fosfato Bicálcico	1,82	1,57	1,59
Premix Vitamínico e Mineral*	0,200	0,200	0,180
DL-Metionina	0,388	0,339	0,307
L-Lisina	0,413	0,338	0,254
L-Treonina	0,174	0,138	0,100
Total	100,0	100,0	100,0
Composição Calculada			
Energia Metabolizável, kcal/kg	2.960	3.050	3.150
Proteína Bruta, %	21,0	20,0	19,1
Lisina, %	1,320	1,210	1,100
Metionina, %	0,673	0,613	0,573
Metionina + Cistina, %	0,950	0,880	0,830
Treonina, %	0,860	0,790	0,730
Triptofano, %	0,219	0,208	0,198
Fósforo Disponível, %	0,450	0,400	0,400
Sódio, %	0,200	0,210	0,180

\*Níveis de garantia/kg do produto: ácido fólico (min) 150 mg, ácido pantotênico (min) 6000 mg, biotina (min) 40 mg, niacina (min) 13 g, vitamina A (min) 5.000.000 UI, vitamina B12 (min) 6500 mg, vitamina B2 (min) 2000 mg, vitamina B6 (min) 250 mg, vitamina D3 (min) 1.600.00 UI, vitamina E (min) 4000 UI, vitamina K3 (min) 1000 mg, cobre (min) 1400 mg, ferro (min) 6000 mg, iodo (min) 915 mg, manganês (min) 17 g, zinco (min) 38 g, selênio (min) 300 mg.

Tabela 2. Médias das variáveis temperatura (T) e umidade relativa (UR) durante as fases experimentais.

	T máxima	T mínima	UR máxima	UR mínima
1º Fase	32°C	29°C	65%	50%
2º Fase	29°C	27°C	68%	53%
3º Fase	28°C	24°C	63%	48%

## 2.5. Preparação de amostras e análises laboratoriais

As excretas coletadas foram descongeladas, homogeneizadas e pré-secas em estufa com circulação de ar a 55°C por 72 horas. Posteriormente, as excretas e rações foram moídas em moinho tipo faca, utilizando-se peneira de 1 mm e em seguida, todo o material foi encaminhado ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia para análise dos teores de matéria seca, nitrogênio, fibra bruta segundo metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002) e energia bruta determinada em calorímetro IKA C-200.

## 2.6. Parâmetros avaliados e análises estatísticas

Foram determinados os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), proteína bruta (CMAPB), energia bruta (CMAEB) e energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) para as dietas e resíduos separadamente.

Os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMAMS) e da proteína bruta (CMAPB) foram calculados pelas fórmulas:

$$\text{CMAMS} = (\text{MS ingerida} - \text{MS excretada}) / \text{MS ingerida} \times 100$$

$$\text{CMAPB} = [(\% \text{PB ingerida} - \% \text{PB excretada}) / \% \text{PB ingerida}] \times 100.$$

Para a determinação dos valores de EMA e EMAn, utilizou-se as fórmulas propostas por Matterson et al., (1965):

$$\text{EMA Ração referência} = (\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}) / \text{MS ingerida}$$

$$\text{EMA Ração teste} = (\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}) / \text{MS ingerida}$$

$$\text{EMA Alimento} = \text{EMA ref} + (\text{EMA teste} - \text{EMA ref}) / (\text{g alimento} / \text{g ração})$$

$$\text{BN} = \text{N ingerido} - \text{N excretado}$$

$$\text{EMAn Ração referência} = (\text{EB ingerida} - \text{EB excretada} \pm 8,22 \times \text{BN}) / \text{MS ingerida}$$

$EMAn \text{ Ração teste} = (EB \text{ ingerida} - EB \text{ excretada} \pm 8,22 \times BN) / MS \text{ ingerida}$

$EMAn \text{ Alimento} = EMAn \text{ ref} = (EMAn \text{ teste} - EMAn \text{ ref}) / (g \text{ alimento} / g \text{ ração})$

$CMAEB = (EMAn / \text{Energia Bruta}) \times 100$

Os dados obtidos a partir das dietas foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação das médias em cada fase experimental. Com relação aos resíduos, estes foram agrupados em arranjo fatorial 3x2, sendo 3 fases experimentais e 2 resíduos, e os dados submetidos a análise de variância e interação entre as variáveis, seguida da comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para estas análises foi utilizado o software Assistat versão 7.7 (2014).

### **3. RESULTADOS**

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados de composição química e aminoacídica dos resíduos da goiaba de acordo com a variação no processamento da fruta.

Comparando a composição química dos resíduos em estudo, ambos possuem valores semelhantes de matéria seca e energia bruta. O FGD apresentou maiores percentuais de proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral quando comparados com o FGP; este, por sua vez, apresentou maior teor de fibra bruta, fibra em detergente neutro e carboidratos não estruturais.

Analisando a composição aminoacídica, o FGD apresentou resultados maiores que o FGP. Resultado coerente com os teores de proteína bruta dos resíduos, onde também houve superioridade do FGD quando comparado ao FGP.

Tabela 3. Composição química dos resíduos da goiaba expressos com base na matéria seca.

Nutrientes	Resíduo Agroindustrial da Goiaba	
	FGP	FGD
Matéria Seca <sup>1</sup> , %	91,54	92,52
Energia Bruta <sup>2</sup> , (kcal/kg)	5.155	5.168
Fibra bruta <sup>1</sup> , %	62,36	59,74
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup> , %	73,95	69,33
Fibra em detergente ácido <sup>1</sup> , %	54,48	56,75
Carboidratos não estruturais <sup>1</sup> , %	11,53	7,18
Matéria Mineral <sup>1</sup> , %	0,69	2,44
Extrato Étereo <sup>1</sup> , %	7,22	11,12
Proteína Bruta <sup>1</sup> , %	6,61	9,93
Aminoácidos <sup>3</sup>		
Metionina, %	0,09	0,15
Cistina, %	0,15	0,28
Metionina+Cistina, %	0,25	0,43
Lisina, %	0,11	0,14
Treonina, %	0,15	0,20
Arginina, %	0,69	1,15
Isoleucina, %	0,20	0,28
Leucina, %	0,40	0,60
Valina, %	0,23	0,34
Histidina, %	0,13	0,20
Fenilalanina, %	0,28	0,40
Glicina, %	0,43	0,72
Serina, %	0,23	0,35
Prolina, %	0,18	0,26
Alanina, %	0,21	0,30
Asparagina, %	0,54	0,81
Glutamina, %	1,02	1,61

<sup>1</sup> Valores determinados no Laboratório de Nutrição Animal da UFRPE.

<sup>2</sup> Valores determinados no Laboratório de Nutrição Animal da UAST.

<sup>3</sup> Valores determinados pela EVONIK pelo método HPLC.

FGP – farelo da goiaba proveniente da fabricação de polpas e sucos.

FGD – farelo da goiaba proveniente da fabricação de doces.

Os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das dietas contendo os resíduos do processamento industrial da goiaba, estudadas nas diferentes fases, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Valores dos coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), proteína bruta (CMAPB), energia bruta (CMAEB), energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) de dietas para frangos de corte em diferentes fases, expressos com base na matéria seca.

Tratamentos	Fase Pré-inicial – 1 a 8 dias				
	CMAMS (%)	CMAPB	EMA (kcal/kg)	EMAn	CMAEB (%)
RR	74,19 <sup>a</sup>	73,75 <sup>a</sup>	3.407 <sup>a</sup>	3.162 <sup>a</sup>	72,51 <sup>a</sup>
RR + FGP	63,09 <sup>b</sup>	66,59 <sup>b</sup>	3.004 <sup>b</sup>	2.835 <sup>b</sup>	62,43 <sup>b</sup>
RR + FGD	62,97 <sup>b</sup>	70,00 <sup>ab</sup>	2.976 <sup>b</sup>	2.783 <sup>b</sup>	61,20 <sup>b</sup>
Média	66,75	70,11	3.129	2.927	65,38
Erro padrão	0,84	1,21	0,04	0,04	0,84
CV	3,08	4,23	3,09	3,12	3,13
P-valor	<0,0001	0,0030	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tratamentos	Fase Inicial – 16 a 24 dias				
	CMAMS (%)	CMAPB	EMA (kcal/kg)	EMAn	CMAEB (%)
RR	59,56 <sup>a</sup>	46,90 <sup>b</sup>	3.072 <sup>a</sup>	2.857 <sup>a</sup>	63,68 <sup>a</sup>
RR + FGP	51,17 <sup>b</sup>	47,10 <sup>b</sup>	2.684 <sup>b</sup>	2.503 <sup>b</sup>	54,66 <sup>b</sup>
RR + FGD	53,37 <sup>b</sup>	56,28 <sup>a</sup>	2.776 <sup>b</sup>	2.530 <sup>b</sup>	54,65 <sup>b</sup>
Média	54,70	50,09	2.844	2.630	57,66
Erro padrão	0,68	1,31	0,03	0,03	0,58
CV	3,06	6,42	2,60	2,48	2,48
P-valor	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tratamentos	Fase de Crescimento – 28 a 35 dias				
	CMAMS (%)	CMAPB	EMA (kcal/kg)	EMAn	CMAEB (%)
RR	76,86 <sup>a</sup>	75,39 <sup>a</sup>	3.689 <sup>a</sup>	3.458 <sup>a</sup>	76,40 <sup>a</sup>
RR + FGP	66,35 <sup>b</sup>	75,91 <sup>a</sup>	3.315 <sup>b</sup>	3.114 <sup>b</sup>	66,52 <sup>b</sup>
RR + FGD	66,93 <sup>b</sup>	76,44 <sup>a</sup>	3.336 <sup>b</sup>	3.128 <sup>b</sup>	66,66 <sup>b</sup>
Média	70,05	75,91	3.447	3.233	69,86
Erro padrão	0,64	0,90	0,03	0,03	0,61
CV	2,23	2,90	2,14	2,16	2,14
P-valor	<0,0001	0,7170	<0,0001	<0,0001	<0,0001

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

RR – Ração referência/ FGP – farelo da goiaba proveniente da fabricação de polpas e sucos.

FGD – farelo da goiaba proveniente da fabricação de doces.

CV – coeficiente de variação.

A metabolizabilidade aparente da matéria seca foi reduzida com a inclusão dos resíduos, onde a dieta referência apresentou maior valor dentre todas as dietas em estudo e as dietas contendo FGP e FGD não diferiram entre si. Este resultado foi observado em todas as fases experimentais.

Os valores de EMA e EMAn, assim como os CMAEB apresentaram efeitos semelhantes aos coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca em todas as fases. Quando os resíduos foram adicionados às dietas, os valores destas variáveis foram inferiores comparados aos da dieta referência, porém não houve diferença significativa entre as rações contendo o FGP e FGD.

Para os CMAPB, houveram efeitos isolados para cada fase em estudo. No período de 1 a 8 dias, o CMAPB da dieta referência foi maior quando comparado à dieta contendo FGP. Porém, não diferiu da dieta com inclusão do FGD e este, ainda que superior ao coeficiente da dieta teste com FGP, não diferiu estatisticamente. Na segunda fase, a metabolizabilidade aparente da proteína bruta aumentou com a inclusão do FGD. Para a fase de crescimento, os coeficientes aumentaram com o uso do FGP e FGD quando comparado às outras fases do estudo, mas não diferiram entre si e quando comparados à dieta referência.

Quanto aos efeitos das idades, resíduos e a interação entre estes fatores, os resultados estão apresentados nas Tabelas 5 e 6.

Não houve diferenças significativas para os CMAMS, EMA, EMAn e CMAEB quando os resíduos foram comparados entre si. Com relação ao efeito da idade, a EMA foi maior na fase de crescimento, onde o valor encontrado diferiu significativamente dos observados nas fases anteriores.

Tabela 5. Coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), proteína bruta (CMAPB), energia bruta (CMAEB) e valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) de diferentes resíduos da goiaba para frangos de corte em diferentes idades, expressos com base na matéria seca.

Fatores		Variáveis				
		CMAMS (%)	CMAPB	EMA (kcal/kg)	EMAn	CMAEB (%)
Resíduo	FGP	21,24	54,82	1.424	1.423	27,52
	FGD	25,98	76,10	1.579	1.419	27,53
Idade	1 a 8 d	19,77	47,12	1.374 <sup>b</sup>	1.440 <sup>a</sup>	27,89 <sup>a</sup>
	16 a 23 d	24,13	70,05	1.218 <sup>b</sup>	1.011 <sup>b</sup>	19,59 <sup>b</sup>
	28 a 35 d	26,93	79,20	1.914 <sup>a</sup>	1.812 <sup>a</sup>	35,11 <sup>a</sup>
P-valor						
	Resíduo	0,0675 ns	<0,0001*	0,2497 ns	0,9700 ns	0,9967 ns
	Idade	0,0779 ns	<0,0001*	0,0004*	<0,0001*	<0,0001*
	Idade x Resíduo	0,1958 ns	0,0017*	0,2051 ns	0,4137 ns	0,4145 ns
Média		23,61	65,46	1.502	1.421	27,53
Erro padrão		30,59	16,88	0,002	0,001	29,59
CV		31,73	19,97	26,39	26,32	26,32

FGP – farelo da goiaba proveniente da fabricação de polpas e sucos.

FGD – farelo da goiaba proveniente da fabricação de doces.

CV – coeficiente de variação.

ns – não significativo.

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

Letras minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey.

Para os valores de EMAn, na fase inicial a energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio foi inferior quando comparada as fases pré-inicial e crescimento, indicando que a EMAn teve um decréscimo e voltou a aumentar ao mudar a fase de estudo, este fato se deve a maior excreção de nitrogênio pelas aves nesta fase, visto que a EMAn é calculada a partir do balanço de nitrogênio. Os CMAEB apresentaram comportamento semelhante aos valores de EMAn, visto que foram calculados a partir destes valores.

Analisando a interação entre os fatores idades e resíduos houve diferença significativa apenas para o CMAPB.

Tabela 6. Efeitos da interação entre diferentes idades de frangos de corte e tipos de resíduos da goiaba sobre o coeficiente de metabolizabilidade aparente da proteína bruta (CMAPB), expresso com base na matéria seca.

Idades, dias	CMAPB (%)	
	FGP	FGD
1 a 8	38,68 <sup>b</sup> B	55,55 <sup>b</sup> A
16 a 23	47,85 <sup>b</sup> B	92,25 <sup>a</sup> A
28 a 35	77,92 <sup>a</sup> A	80,49 <sup>a</sup> A

FGP – farelo da goiaba proveniente da fabricação de polpas e sucos

FGD – farelo da goiaba proveniente da fabricação de doces.

Letras minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os resíduos diferiram entre si nas fases de 1 a 8 dias e 16 a 23 dias quando se analisou o CMAPB. Não diferindo quando o estudo aconteceu na fase de crescimento equivalente à idade de 28 a 35 dias. Nas duas primeiras fases não houve diferença significativa para os valores do FGP, enquanto que na fase de crescimento o valor aumentou consideravelmente. Ainda, para o FGD, na fase inicial e, de crescimento os CMAPB foram superiores ao observado na fase de 1 a 8 dias, porém os valores não diferiram estatisticamente. Sendo assim, foi possível verificar aumento dos coeficientes de metabolizabilidade da proteína bruta para ambos resíduos com o aumento da idade das aves.

#### 4. DISCUSSÃO

Tratando-se de resíduos provenientes de dois tipos de processamento da fruta e de composição nutricional diferentes, na fabricação de doces a goiaba recebe um tratamento térmico (fervura) que pode explicar a diferença encontrada na composição química quando comparado ao resíduo da fabricação de polpas e sucos, pois o efeito de altas temperaturas pode influenciar positivamente na composição dos alimentos, visto que, nas indústrias de rações os processos de peletização e extrusão são realizados a fim de melhorar a digestibilidade dos ingredientes, gelatinizar partículas ou romper estruturas para facilitar a ação enzimática e melhorar a utilização dos nutrientes (Gadzirayi et al., 2006; Freitas et al.,



2008). Concordando assim com o fato de que o FGD apresentou melhores valores de composição química quando comparado ao FGP.

Ainda, a influência do tratamento térmico se reflete na composição aminoacídica, tendo o FGD apresentado maior percentual de proteína bruta, conseqüentemente tem maiores percentuais de aminoácidos. De acordo com Friedman e Brandon (2001), a disponibilidade de aminoácidos pode variar conforme a fonte protéica, o tratamento térmico e a interação com outros componentes químicos do alimento.

Os valores de aminoácidos obtidos no presente estudo foram semelhantes aos encontrados por Guimarães (2007) e Silva et al. (2009).

De acordo com Lima et al. (1989), a quantificação dos nutrientes que compõem os ingredientes utilizados nas rações fornece apenas informações sobre o conteúdo total desses nutrientes no alimento, porém desconsideram que uma fração desses nutrientes nos alimentos pode não ser absorvida e disponibilizada. Sendo assim, é importante que na caracterização de um nutriente ele seja avaliado química, física e biologicamente e que, em seguida, considere-se os resultados.

A fibra da dieta além de possuir efeito diluidor da energia metabolizável, apresenta efeitos fisiológicos e antinutricionais que estão relacionados com a piora no aproveitamento do alimento pelos animais, resultando em pior desempenho produtivo. Ainda, as moléculas presentes na fração fibrosa possuem a capacidade de estabelecer ligações estáveis com moléculas de água no intestino e assim, alteram as propriedades físicas da digesta prejudicando a ação das enzimas e o contato com os sítios de absorção da mucosa (Pinheiro, 2008). Este efeito pode ser observado no presente estudo, visto que a partir da inclusão dos resíduos nas dietas, por conterem alto percentual de fibra bruta (59,74% e 62,36%) e fibra em detergente neutro (73,95% e 69,33%) os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca,

energia bruta e energia metabolizável aparente e aparente corrigida reduziram quando comparados à dieta referência.

O efeito da fibra no presente experimento corrobora com estudos de Jorgensen et al. (1996) e Pinheiro et al. (2008), que observaram uma redução significativa na digestibilidade de nutrientes quando comparou-se o aumento do nível de fibra em relação a uma dieta referência para frangos de corte.

Valores de energia metabolizável semelhantes ao presente estudo foram determinados por Lira et al. (2011) estudando a inclusão do resíduo de goiaba para frangos de corte nas fases pré-inicial (1.416 kcal/kg para EMA e 1.331 kcal/kg para EMAn) e inicial (1.392 kcal/kg para EMA e 1.358 kcal/kg para EMAn), ambos resultados baseados na matéria seca do resíduo. Guimarães (2007) obteve resultados superiores quando utilizou este ingrediente na alimentação de poedeiras comerciais, determinando valores de 1.882 kcal/kg na matéria natural para EMA, 1.900 kcal/kg na matéria natural para EMAn e 40,28% para CMAEB.

Para metabolizabilidade da proteína bruta das dietas, esta variável teve efeito contrário em relação às outras estudadas. Embora na fase inicial o valor tenha reduzido quando comparado a pré-inicial, percebeu-se a elevação dos valores de CMAPB das dietas com FGP e FGD quando comparadas a dieta referência. Este resultado foi mais perceptível na fase de crescimento onde não houve diferença entre os coeficientes de metabolizabilidade da proteína das rações.

A disponibilidade de enzimas acumuladas durante o desenvolvimento embrionário pode explicar a capacidade de digestão nos primeiros dias de vida das aves (Nitsan, 1995). Também, a maturidade do trato gastrintestinal com o avançar da idade e, conseqüentemente, a melhora da capacidade de produzir enzimas digestivas pode estar relacionado com o aumento

do CMAPB. O'Sullivan et al. (1992) observaram aumento da atividade de tripsina no pâncreas de frangos de oito para 21 dias de idade.

Nos primeiros dias de vida, os segmentos do trato digestivo sofrem sensíveis alterações morfológicas e fisiológicas que preparam a ave para o consumo e a utilização de alimentos (Murakami et al., 1992; Iji et al., 2001; Noy et al., 2001; Mozdziak et al., 2002). As aves e mamíferos logo após o nascimento ainda não estão totalmente aptas aos processos de digestão e absorção. Na primeira fase os enterócitos estão orientados para a transferência de imunoglobulinas e somente a partir da segunda semana é que estas células estarão aptas a iniciar os processos de digestão e absorção dos nutrientes com o desenvolvimento da idade (Moran Jr, 1985). Isto, pode explicar a melhora na digestibilidade dos nutrientes presentes nos resíduos quando as aves avançam de idade.

A imaturidade do trato gastrintestinal pós-eclosão parece acarretar decréscimo dos valores de energia metabolizável do alimento (Longo et al., 2005) e, de acordo com Sulistiyanto et al. (1999), a metabolizabilidade é menor nas primeiras fases, principalmente entre 4 e 7 dias de idade dos pintos. Vários autores mostraram que a energia metabolizável da dieta aumenta à medida que as aves envelhecem (Zelenka, 1968; Sell, 1996; Batal e Parsons, 2002). O presente estudo concorda com estes resultados, onde os valores de EMA, EMAn e CMAEB dos resíduos elevaram-se com o aumento da idade.

Ainda, este aumento pode estar relacionado a uma diminuição da taxa de passagem no trato gastrintestinal. No caso de aves mais velhas, devido a um maior trato digestório, o ingrediente permanece mais tempo no trato, permanecendo exposto por mais tempo à adição das enzimas e secreções gástricas (Shires et al., 1980; Burnell et al., 1990).

Com relação ao efeito das interações entre os fatores idade e resíduos sobre o CMAPB, o menor percentual de fibra pode ser responsável pela melhor resposta do FGD nas

primeiras fases do estudo. Tendo o FGP uma maior fração fibrosa, esta pode reduzir a disponibilidade de nutrientes e aumentar as perdas endógenas nas aves, visto que, provoca um aumento na produção de muco devido às lesões nas células da mucosa intestinal formando camada gelatinosa em volta do nutriente, diminuindo a atuação das enzimas digestivas (Parson et al., 1985). Na fase de crescimento a resposta dos resíduos com relação ao CMAPB não diferiram e, de acordo com Nery et. al (2005), há uma maior retenção de nitrogênio nesta fase para que ocorra deposição de tecido protéico, aproveitando melhor a proteína da dieta.

Para o efeito das idades, ainda na metabolizabilidade da proteína bruta dos resíduos, os coeficientes aumentam. Fato já explicado pela maturidade das aves com o avançar da idade e desenvolvimento do trato gastrointestinal e aumento da capacidade enzimática. Batal & Parsons (2002) também demonstraram que a idade das aves não interfere apenas nos valores de energia metabolizável, mas também na digestibilidade aparente de vários nutrientes da dieta.

## **5. CONCLUSÕES**

O resíduo oriundo da fabricação de doces possui melhor composição nutricional quando comparado ao resíduo da indústria de polpas e a inclusão dos resíduos reduz a metabolizabilidade dos nutrientes e os valores de energia metabolizável das dietas.

Os resíduos não diferem com relação aos valores de CMAMS, EMA, EMAN e CMAEB. Com relação ao CMAPB, o resíduo oriundo da fabricação de doces apresenta melhor aproveitamento do nutriente quando comparado ao FGP.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRAES, G. M. Production and Processing of Tropical Fruit Juices from Brazil. **Annals of the 23rd IFM Symposium**, Havana, Cuba, p.316-327, 2000.
- BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. **Poultry Science**..., v.81, p. 400-407, 2002.
- BURNELL, T. W.; CROMWELL, G. L.; STAHLY, T. S. Effects of particle size on the biological availability of calcium and phosphorus in defluorinated phosphate for chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 7, p. 1110-1117, 1990.
- EMBRAPA. **Fruticultura**. 2002. Disponível em: <[http://www21.sede.embrapa.br/linhas\\_de\\_acao/alimentos/fruticultura](http://www21.sede.embrapa.br/linhas_de_acao/alimentos/fruticultura)>. Acesso em: 20 agosto de 2016.
- FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; DAHLKE, F.; SANTOS, F.R.; BARBOSA N.A.A. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.73-78, 2008.
- FRIEDMAN, M., BRANDON, D. L. Nutritional and health benefits of soy proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Albany, v.49, n.3, p.1069-1086, 2001.
- GADZIRAYI, C.T.; MUTANDWA, E.; CHIHIYA, J.; MLAMBO, R. A. Comparative Economic Analysis of Mash and Pelleted Feed in Broiler Production under Deep Litter Housing System. **International Journal of Poultry Science**..., v.7, n.5, p.629-631, 2006.
- GUIMARÃES, A. A. de S. Utilização do resíduo de goiaba (*Psidium guajava* L.) na alimentação de poedeiras comerciais. Recife – PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007, 42p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2007.
- IBGE – **Produção Agrícola Municipal**. 2015. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Producao\\_Agricola\\_Municipal](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal) Acesso em: outubro de 2016.
- IJI, P.A.; SAKI, A.; TIVEY, D.R. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. **British Poultry Science**, v.42, n.4, p.505-513, 2001.
- JORGENSEN, H.; ZHAO, X.; BACH KNUDSEN, K. E.; EGGUM, B. O. The influence of dietary fibre source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.75, n.3, p.379-395, 1996.
- LIMA, L. I. SILVA, D. J.; ROSTAGNO, H. S. Composição química e valores energéticos de alguns ingredientes determinados em pintos e galos, utilizando duas metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.6, p.547-556, 1989.
- LIRA, R. C.; RABELLO, C. B. V.; SILVA, E. P.; FERREIRA, P. V.; LUDKE, M. C. M. M.; COSTA, E. V. Chemical composition and energy value of guava and tomato wastes for

broilers chickens at different ages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.5, p.1019-1024, 2011.

LONGO, F. A.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A.; FIGUEIREDO, A. N.; RACANICCI, A. M. C.; GAIOTTO, J. B.; SORBARA, J. O. B. Carboidratos na dietapré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n.1, p.123-133, 2005.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, ...v.7, p.3-11, 1965.

MOZDZIAK, P.E.; WALSH, T.J.; McCOY, D.W. The effect of early posthatch nutrition on satellite cell mitotic activity. **Poultry Science**, v.81, p.1703-1708, 2002.

MORAN JR, E. T Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through perinatal development. **Journal of Nutrition**, v. 115, n.5, p. 665-671, 1985.

MURAKAMI, H.; AKIBA, Y.; HORIGUCHI, M. Growth and utilization of nutrients in newly-hatched chick with or without removal of residual yolk. Growth, **Development and Aging**, v.56, n.2, p.75-84, 1992.

NASCIMENTO, R.J., ARAÚJO, C.R., MELO, E. A., Atividade antioxidante de extratos de resíduo agroindustrial de goiaba (psidium guajava l.), **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 2, p. 209-216, 2010.

NERY, L.F.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; BRITO, C.; SILVA, C.R. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos usados na alimentação de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 2005.

NITSAN, Z.; DUNNING, E. A.; SIEGEL, P. B. Organ growth and digestive enzyme levels to fifteen days of age in lines of chickens differing in body weight. **Poultry Science**, v.70, n.10, p.2040-2048, 1991.

NITSAN, Z. I. The development of digestive enzyme tract in posthatched chicks. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 10, 1995, Antalya. **Proceedings...** Antalya: WPSA, 1995. p. 21-28.

NOY, Y.; GEYRA, A.; SKLAN, D. The effect of early feeding on growth and small - intestinal development in the posthatch poult. **Poultry Science**, v.80, n.7, p.912-919, 2001.

O'SULLIVAN, N.P.; DUNNINGTON, E.A.; LARSEN, A.S. et al. Correlated responses in lines of chickens divergently selected for fifty-six-day body weight. 3. Digestive enzymes. **Poultry Science**, v.71, n.4, p.610-617, 1992.

PARSONS, C.M.A. POTTER, L.M.; BLISS, B.A. True metabolizable energy corrected to nitrogen equilibrium. **Poultry Science**, Champaign, v.61, n.11, p. 2241 – 2246, 1985.

PINHEIRO, C. C.; REGO, J. C. C.; RAMOS, T. A.; SILVA, B. K. R.; WARPECHOWSKI, M. B. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p.984-996, 2008.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**, 3, ed. Viçosa: UFV/DZO, 2011, 252 p.

SELL, L. J. Physiological Limitations and potential for improvement in gastrointestinal tract function of poultry. **Journal Applied Poultry Research**, v.5, n.1, p.96-101, 1996.

SHIRES, A.; ROBBLEE, A. R.; HARDIN, R.T.; CLANDININ, D. R. Effect of the age of chickens on true metabolizable energy values of feed ingredients. **Poultry Science**, Champaign, v. 59, n. 2, p. 396-403, 1980.

SILVA, D. A. T.; RABELLO, C. B. V.; SILVA, E. P. et al. Efeito de dois métodos de pré-secagem na composição bromatológica do resíduo do farelo de goiaba para frango de corte In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE – CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 6, 2006, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco [2006]. (CD-ROM).

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, E. P.; SILVA, D. A. T.; RABELLO, C. B. et al. Características físico-químicas, energéticas e nutricionais dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.6, p.1051-1058, 2009.

SULISTYANTO, B.; AKIBA, Y.; SATO, K. Energy utilization of carbohydrate, fat and protein sources in newly hatched chicks. **British Poultry Science**, v.40, n.5, p.653-659, 1999.

TORRES, D. M. **Valor nutricional de farelos de arroz suplementados com fitase, determinado por diferentes metodologias com aves**. 2003. 172p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2003.

ZELENKA, J. Influence of the age of chickens on the metabolisable energy values of poultry diets. **British Poultry Science**, v.9, n.2, p.135-142, 1968.