

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EXTRATO PADRONIZADO EM COMPOSTOS FENÓLICOS DE
RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE GOIABA EM RAÇÕES PARA
FRANGO**

Raiana Almeida Noletto
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Nadja Susana Mogyca Leandro

Goiânia
2018



**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☐ Dissertação ☒ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: RAIANA ALMEIDA NOLETO

Título do trabalho: EXTRATO PADRONIZADO EM COMPOSTOS FENÓLICOS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE GOIABA EM RAÇÕES PARA FRANGO

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Raiana Almeida Noleto
Assinatura do(a) autor(a)

Ciente e de acordo:

Nedj Smogayevich
Assinatura do(a) orientador(a)

Data: 13 / 02 / 2018

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

RAIANA ALMEIDA NOLETO

**EXTRATO PADRONIZADO EM COMPOSTOS FENÓLICOS DE
RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE GOIABA EM RAÇÕES PARA
FRANGO**

Tese apresentada como requisito parcial para
a obtenção do título de doutora em Zootecnia
junto à Escola de Veterinária e Zootecnia da
Universidade Federal de Goiás

Área de concentração:

Produção Animal

Linha de pesquisa:

Alimentação, metabolismo e forragicultura na
produção e saúde animal

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Nadja Susana Mogyca Leandro - UFG

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. José Henrique Stringhini - UFG

Prof. Dr. Edemilson Cardoso da Conceição - UFG

Goiânia

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Noletto, Raiana Almeida

Extrato padronizado em compostos fenólicos de resíduos agroindustriais de goiaba em rações para frango [manuscrito] / Raiana Almeida Noletto. - 2018.

xvii, 127 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Nadja Susana Mogyca Leandro; co orientadora Dr. José Henrique Stringhini; co-orientador Dr. Edemilson Cardoso da Conceição .

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Goiânia, 2018.

Bibliografia.

Inclui gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Atividade antioxidante. 2. Avicultura. 3. Psidium guajava L. I. Leandro, Nadja Susana Mogyca, orient. II. Título.

CDU 635

ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



ATA NÚMERO 21 DA SESSÃO DE JULGAMENTO DA DEFESA DE DOUTORADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA DA ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, realizada por **RAIANA ALMEIDA NOLETO**. Aos 19/01/2018 a partir das 14h00min, na sala de Reuniões do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, nesta Capital, realizou-se a sessão pública de Defesa de Doutorado apresentado (a) pelo (a) Pós-Graduando (a) **RAIANA ALMEIDA NOLETO**, intitulada “**Utilização do extrato padronizado em compostos fenólicos de resíduos agroindustriais de goiaba em rações para frangos de corte**”, para obtenção do **Título de Doutor em Zootecnia**, junto à Área de Concentração: **Produção Animal** desta Universidade. Os trabalhos foram instalados pelo (a) Presidente da Comissão Julgadora, Orientador (a) **Profa. Dra. Nadja Susana Mogyca Leandro**, com a participação dos demais membros da Banca Examinadora **Profa. Dra. Aline Mondini Calil Racanicci – UnB/DF**; **Profa. Dra. Fernanda Rodrigues Taveira Rocha – UEG/GO**; **Profa. Dra. Fabyola Barros de Carvalho – UFG/GO** e **Prof. Dr. Marcos Barcellos Café**. Iniciando os trabalhos, o Presidente concedeu a palavra ao (a) candidato (a) **RAIANA ALMEIDA NOLETO** para exposição em **cinquenta** minutos do seu trabalho. A seguir, o senhor Presidente concedeu a palavra, pela ordem, aos demais membros da banca, os quais passaram a arguir o (a) candidato (a), durante o prazo máximo de **trinta minutos**, assegurando-se ao mesmo, igual prazo para responder aos Senhores Membros da Banca Examinadora. Ultimada a arguição, que se desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta, expressou seu Julgamento, considerando o (a) candidato (a) Aprovado (**Aprovado/Reprovado**) pelos seus membros. Proclamados os resultados da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar lavrou-se a presente ata que, após lida e achada conforme vai assinada pelos membros da Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Nadja Susana Mogyca Leandro (Orientador(a))
Profa. Dra. Aline Mondini Calil Racanicci – UnB/DF
Profa. Dra. Fernanda Rodrigues Taveira Rocha – UEG/GO
Profa. Dra. Fabyola Barros de Carvalho – UFG/GO
Prof. Dr. Marcos Barcellos Café

ASSINATURA

Nadja S.M. Leandro
Aline Mondini Calil Racanicci
Fernanda Rodrigues Taveira Rocha
Fabyola Barros de Carvalho
Marcos Barcellos Café

A Banca Examinadora aprovou a seguinte alteração no título da tese:

Extrato Padronizado em compostos fenólicos de resíduos
agroindustriais de goiaba em rações para frango

DEDICO

Aos meus familiares e amigos, em especial a minha mãe Terezinha, ao meu pai Antonio, aos meus irmãos Danilo e Fabíola e ao meu esposo Anderson por compartilharem comigo todos os momentos dessa jornada, por me manterem forte nos momentos de fraquezas e por torcerem pelo meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter permitido que eu chegasse até aqui, colocando durante esse percurso pessoas especiais que me ajudaram na realização desse trabalho.

À minha mãe Teresinha, ao meu pai Antonio e aos meus irmãos Fabíola e Danilo por todo amor, que mesmo distante sempre me incentivaram, me deram forças nos momentos mais difíceis e por sempre acreditarem que eu poderia ir mais além.

Ao meu esposo Anderson pelo seu amor, companheirismo, por ter vivenciado esses anos de pós-graduação junto comigo, por entender minhas ausências, que foram muitas, por não medir esforços quando eu precisava de ajuda nos experimentos e por todo apoio para seguir em frente.

À professora Dra. Nadja Susana Mogyca Leandro pela orientação e por todos os ensinamentos a mim transmitidos durante esses anos, pelo carinho, paciência e momentos de descontração, a você todo o meu respeito e admiração.

Ao professor Dr. José Henrique Stringhini pela co-orientação, profissional que admiro muito e que sempre esteve disposto a me ajudar quando precisei.

Ao professor Dr. Edemilson Cardoso da Conceição pela co-orientação e por ter aberto as portas do seu Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais da Faculdade de Farmácia - UFG para realização de parte desse trabalho, por todo o suporte, paciência e ensinamentos.

A Karen Neves e Nathalia por toda ajuda, ensinamentos e paciência na condução do experimento realizado no Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais da Faculdade de Farmácia que foi primordial para a concretização desse trabalho.

Aos amigos da pós-graduação, Mariana Mesquita, Itallo Conrado, Larissa Paula Gomides, Saullo Diogo, Genilson Bezerra, Lindolfo Dorcino, Marília Ferreira, Deborah Carvalho, Helder Oliveira, Angélica Ribeiro, Gisele Mendanha, Dunya Mara e Samantha Verdi por toda ajuda e momentos de descontração que foi muito importante durante essa caminhada.

Agradeço em especial às amigas da pós-graduação Aleane Barbosa, Julyana Machado e Janaina Moreira por terem dividido momentos felizes e difíceis comigo, por toda a ajuda em todas as etapas para que esse trabalho pudesse concluído, o meu muito obrigada.

Ao funcionário do setor de avicultura da UFG Filipe por toda ajuda e momentos de descontração.

Ao professor Dr. Moacir Evandro Lage por ter aberto as portas do Laboratório de Físico-química do Centro de Pesquisa em Alimentos – UFG para que eu pudesse concluir essa pesquisa, obrigada pela paciência e ensinamentos.

À Maria Izabel Amaral, Pabline Rafaella Mello e a Laíse Gomes que foram as minhas guias no Laboratório de Físico-química do Centro de Pesquisa em Alimentos, me ajudaram com as análises, disponibilizaram seu tempo para me ensinar e ajudar com toda paciência, minha gratidão a todas.

Aos funcionários do Laboratório de Físico-química Wanderson, Marcos e Afonso que estiveram sempre disponíveis quando precisei.

À estagiária Gabriela Guareschi (Bibi) pela disposição em ajudar, sua ajuda foi muito importante para a finalização desse trabalho.

À empresa Predilecta® Alimentos por ter cedido o resíduo de goiaba utilizado nessa pesquisa.

A todos os professores e coordenadores do programa de pós-graduação em zootecnia e a todos os funcionários da UFG.

Enfim, a CAPES (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa concedida.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Teresa de Calcutá)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1. Resíduos agroindustriais de frutas.....	3
2.2. Resíduos agroindustriais da goiaba.....	5
2.3. Oxidação.....	8
2.4. Antioxidantes.....	11
2.4.1. Antioxidantes sintéticos.....	12
2.4.2. Antioxidantes naturais.....	13
REFERÊNCIAS.....	19
 CAPÍTULO 2 – OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO PADRONIZADO DE GOIABA.....	 28
1. INTRODUÇÃO.....	30
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
2.1. Obtenção e processamento do resíduo de goiaba.....	32
2.2. Caracterização do pó do material vegetal.....	32
2.3. Obtenção e caracterização do Extrato.....	34
2.3.1. Determinação do teor de fenóis totais.....	35
2.3.2. Determinação do teor de flavonoides.....	35
2.3.3. Determinação do teor de taninos totais.....	36
2.3.4. Determinação da atividade antioxidante.....	37
2.3.5. Composição centesimal.....	38
2.3.6. Perfil de ácidos graxos.....	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
3.1. Caracterização do material vegetal.....	40
3.2. Obtenção e caracterização do extrato.....	41
3.2.1. Determinação do teor de fenóis totais.....	41
3.2.2. Determinação do teor de flavonoides.....	42
3.2.3. Determinação do teor de taninos totais.....	42
3.2.4. Determinação da atividade antioxidante.....	43
3.2.5. Composição centesimal.....	45

3.2.6. Perfil de ácidos graxos	45
4. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47

CAPÍTULO 3 – UTILIZAÇÃO DE EXTRATO DE GOIABA PADRONIZADO EM COMPOSTOS FENÓLICOS EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE, SOBRE O DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE, PESO RELATIVO DE ÓRGÃOS E HISTOMORFOMETRIA INTESTINAL.....52

1. INTRODUÇÃO.....	54
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	56
2.1. Local, animais e delineamento experimental	56
2.2. Tratamentos e rações experimentais.....	56
2.3. Manejo experimental	57
2.4. Variáveis estudadas	58
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
3.1. Desempenho	60
3.2. Coeficiente de metabolização dos nutrientes e energia metabolizável.....	64
3.3. Peso relativo de órgãos digestórios e comprimento do intestino.....	65
3.4. Peso relativo de órgãos linfóides.....	67
3.5. Avaliação histomorfométrica do intestino delgado.....	68
4. CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS	712

CAPÍTULO 4 – UTILIZAÇÃO DE EXTRATO DE GOIABA PADRONIZADO EM COMPOSTOS FENÓLICOS EM RAÇÕES PARA FRANGOS SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARCAÇA E QUALIDADE DE CARNE76

1. INTRODUÇÃO.....	78
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	80
2.1. Local, animais e delineamento experimental	80
2.2. Tratamentos e rações experimentais.....	80
2.3. Manejo experimental	82
2.4. Variáveis estudadas	82
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
3.1. Desempenho	87
3.2. Perfil bioquímico sanguíneo.....	89

3.3. Rendimento de carcaça e cortes e gordura abdominal	92
3.4. Perfil de ácidos graxos das rações finais	93
3.5. Qualidade da carne	96
4. CONCLUSÃO	117
REFERÊNCIAS	118
 CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	 126

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1 -	Mecanismo geral da autooxidação em lipídios. RH - ácido graxo insaturado; R• - radical livre; ROO• - radical peróxila e ROOH – radical hidroperóxido.....	9
FIGURA 2 -	Mecanismo de ação dos antioxidantes primários. ROO• e R• - radicais livres; AH – antioxidante; A• - radical inerte.....	12
FIGURA 3 -	Estrutura fenólica dos antioxidantes sintéticos.....	13
FIGURA 4 -	Exemplo de ácidos fenólicos.....	15
FIGURA 5 -	Estrutura química dos principais flavonóides.....	16

CAPÍTULO 2

FIGURA 1 -	Resíduo agroindustrial da goiaba <i>in natura</i> (A), seco (B) e moído (C).....	32
------------	--	----

CAPÍTULO 3

FIGURA 1 -	Ganho de peso de frangos suplementados com extrato de goiaba padronizado no período de um a sete dias de idade.....	62
FIGURA 2 -	Peso final de frangos suplementados com extrato de goiaba padronizado no período de um a sete dias de idade.....	63

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

TABELA 01 -	Composição centesimal do extrato de goiaba padronizado.....	45
TABELA 02 -	Perfil de ácidos graxos do extrato de goiaba padronizado.....	46

CAPÍTULO 3

TABELA 01 -	Composição percentual e valores nutricionais calculado das rações basais.....	57
TABELA 02 -	Desempenho de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, no período de 1 a 7 dias de idade.....	60
TABELA 03 -	Desempenho de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, no período de 1 a 21 dias de idade.....	64
TABELA 04 -	Coeficiente de metabolização da matéria seca (CMMS), do nitrogênio (CMN), do extrato etéreo (CMEE), retenção do nitrogênio (RN), do extrato etéreo (REE) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da ração de frangos suplementada com extrato de goiaba padronizado no período de 18 a 21 dias de idade.....	65
TABELA 05 -	Peso relativo do fígado, do intestino e comprimento do intestino de frangos de cortes aos sete e 21 dias de idade, alimentados com ração suplementada com extrato de resíduo de goiaba.....	66
TABELA 06 -	Peso relativo do baço, da bursa e do timo de frangos de cortes aos sete e 21 dias de idade alimentados com ração suplementada com extrato de resíduo de goiaba.....	68
TABELA 07 -	Altura de vilo (Vilo), profundidade de cripta (Cripta) e relação vilo/cripta (V/C) do duodeno, jejuno e íleo de frangos aos sete e 21 dias de idade alimentados com ração suplementada com extrato de resíduo de goiaba.....	69

CAPÍTULO 4

TABELA 01 -	Composição percentual e valores nutricionais calculado das rações basais.....	81
TABELA 02 -	Desempenho de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de resíduo de goiaba, no período de 1 a 7 e 1 a 21 dias.....	87
TABELA 03 -	Desempenho de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de resíduo de goiaba, no período de 1 a 35 e 1 a 42 dias.....	88
TABELA 04 -	Níveis séricos de proteínas no soro sanguíneo de frangos alimentados	

	com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado.....	90
TABELA 05 -	Níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), colesterol total e triglicérides no soro sanguíneo de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado.....	91
TABELA 06 -	Rendimento de carcaça e corte e gordura abdominal de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado.....	93
TABELA 07 -	Composição de ácidos graxos das rações finais suplementadas com extrato de resíduo de goiaba.....	95
TABELA 08 -	Médias de pH e coloração (L*, a*, b*) da carne de peito de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado.....	96
TABELA 09 -	Médias de pH e coloração (L*, a*, b*) da carne de coxa/sobrecoxa de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado.....	97
TABELA 10 -	Valores de TBARS (mg de MDA/kg da amostra) na carne de coxa/sobrecoxa e peito de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, armazenadas por 30 dias.....	90
TABELA 11 -	Valores de TBARS (mg de MDA/kg da amostra) na carne de coxa/sobrecoxa e peito de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, armazenadas por 60 dias.....	101
TABELA 12 -	Composição de ácidos graxos (g/100g) da carne da coxa/sobrecoxa de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, armazenada por 30 dias.....	105
TABELA 13 -	Composição de ácidos graxos (g/100g) na carne do peito de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, armazenada por 30 dias.....	108
TABELA 14 -	Composição de ácidos graxos (g/100g) da coxa/sobrecoxa de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, armazenada por 60 dias.....	112
TABELA 15 -	Composição de ácidos graxos (g/100g) da carne do peito de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, armazenada por 60 dias.....	115

RESUMO

Foram realizados três experimentos com o objetivo de avaliar o extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos (EGPCF) na ração de frangos. No experimento 1 foi avaliado o teor de cinzas totais e insolúveis em ácido, a distribuição granulométrica e o índice de intumescência do material vegetal, no extrato líquido foi avaliado o teor de fenóis totais, flavonoides e taninos, atividade antioxidante, composição centesimal e perfil de ácidos graxos. No experimento 2 foi avaliado o desempenho, a metabolização dos nutrientes, a histomorfometria e comprimento do intestino e peso relativo de órgãos digestórios e linfóides. Foram utilizados 300 pintos machos, o delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e seis repetições de dez aves. Tratamentos: ração basal (controle) e ração basal + 120 mg/kg de vitamina E ou três níveis de EGPCF (600, 800 e 1.000 mg/kg de ração). No experimento 3 foi avaliado o desempenho, o rendimento de carcaça e cortes, bioquímica sanguínea e perfil de ácidos graxos da ração, pH e cor da carne 24 horas após o abate, oxidação lipídica e perfil de ácidos graxos da carne de peito e coxa/sobrecoxa após 30 e 60 dias de armazenamento. Foram utilizados 600 pintos machos, o delineamento foi DIC, com cinco tratamentos e cinco repetições de 24 aves. Tratamentos: ração basal (controle), ração basal + 200 mg/kg de vitamina E ou três níveis de EGPCF (1.000, 1.300 e 1.600 mg/kg de ração). No exp. 1 o material vegetal apresentou 5,76% de cinzas totais, 3,22% de cinzas insolúveis em ácido, pó moderadamente grosso e 2,6 mL de índice de intumescência. O EGPCF apresentou 0,166 mg/mL de fenóis totais, 5,97% de flavonoides e 0,315 mg/mL de taninos, 96% de umidade, 2,6% de proteínas, 3,0% de lipídios e 12 ácidos graxos. Atividade antioxidante: $IC_{50} = 21,7 \mu\text{g/mL}$ (DPPH) e teor de $1,6 \times 10^7 \mu\text{M Fe}_2\text{SO}_4/\text{g}$ (FRAP). No exp. 2 os frangos suplementados com extrato apresentaram maior ganho de peso e peso final e melhor conversão alimentar aos sete dias de idade. Houve efeito quadrático para ganho de peso, peso final e linear decrescente para conversão alimentar aos sete dias. A metabolização dos nutrientes da ração não foi influenciada. O comprimento do intestino e o peso do baço de frangos suplementados com 1.000 mg/kg ou 600 mg/kg de EGPCF, respectivamente, foi maior do que o do grupo controle aos sete dias. Aves alimentadas com ração com 800 e 1.000 mg/kg do EGPCF apresentaram maior altura de vilos e relação vilo cripta no duodeno em relação ao controle aos 21 dias. No exp. 3 o desempenho e rendimento de carcaça não foram influenciados. Aves suplementadas com 1.600 mg/kg de EGPCF apresentaram maiores níveis de proteínas totais no sangue em relação ao grupo controle ou grupo com 1.000 mg/kg. Houve maior volume de globulinas em frangos alimentados com ração com 1.600 mg/kg de EGPCF, em relação aos demais tratamentos. A concentração de HDL foi maior no sangue de frangos alimentados com ração com 1.600 mg/kg do EGPCF em relação aos grupos controle e 1.000 mg/kg do EGPCF. O maior pH foi no peito de frangos alimentados com ração com 1.300 ou 1.600 mg/kg do EGPCF em relação ao grupo com a vitamina E. Na coxa/sobrecoxa, o pH foi maior nas aves que receberam ração com 1.600 mg/kg do EGPCF ou vitamina E em relação ao controle. A oxidação lipídica aos 30 dias de armazenamento foi maior na coxa/sobrecoxa dos frangos suplementados com 1.300 e 1.600 mg/kg do EGPCF em relação aos demais tratamentos. A oxidação lipídica aos 60 dias de armazenamento foi maior na coxa/sobrecoxa de frangos que receberam 1.600 mg/kg de EGPCF em relação aos demais tratamentos. O extrato líquido de resíduo de goiaba contém substâncias bioativas, com potencial atividade antioxidante pelo método DPPH e FRAP. O nível de suplementação de 800 ou 1.000 mg/kg do EGPCF pode ser utilizado em rações para frangos. O EGPCF nas doses de 1.300 e 1.600 mg/kg aumenta a oxidação lipídica da carne de frangos armazenada por 30 e 60 dias.

Palavras-chave: atividade antioxidante, avicultura, *Psidium guajava* L

ABSTRACT

Three experiments were carried out to evaluate guava extract standardized on phenolic compounds (GESPC) in broiler ration. In experiment one, were evaluated, total ash and insoluble in acids content, granulometric distribution and the intumescence rate of the plant, in liquid extract were evaluated total phenol content, flavonoids and tannins, antioxidant activity, centesimal composition and fatty acid profile was also evaluated. In experiment two, was evaluated performance, diet nutrients metabolizability, intestine histomorphometry and length, relative weight of digestible and lymphoid organs. A total of 300 male chickens were used, in a completely randomized design (CRD) with five treatments and six replicates with ten birds. Treatments: basal ration (control), basal ration + 120 mg/kg vitamin E or three levels of GESPC (600, 800 and 1000 mg/kg of feed). In experiment tree, performance, carcass yield and cuts, blood biochemistry, feed fatty acid profile, pH and meat color, were evaluated 24 hours after slaughter, lipid oxidation and fatty acid profile of breast and drumstick/thigh meat at 42 days old, after 30 and 60 days of storage. A total of 600 male chickens were used in a completely randomized design with five treatments, and five replicates with 24 birds. Treatment: Basal ration (control), basal ration with 200 mg/kg vitamin E or three levels of GESPC (1,000, 1,300 and 1,600 mg/kg of feed). In experiment one, plant sample presented 5.76% total ashes, 3.22% acid insoluble ashes, moderately thick powder and 2.6 mL of intumescence rate. The extract had 0.166 mg/mL total phenols, 5.97% flavonoids and 0.315 mg/mL of tannins, 96% of moisture, 2.6% proteins, 3.0% lipids and 12 fatty acids. The antioxidant activity: IC₅₀ = 21.7 µg/mL by DPPH method and a percentage of 1.6 x 10⁷ µM Fe 2 SO 4/g by FRAP method. In experiment two, chickens supplemented with extract had higher weight, final weight and better feed conversion at 7 days old. There was a quadratic effect for weight gain, final weight and a decrecent linear for feed conversion at seven days old. Diet nutrients metabolizability was not influenced. In broilers supplemented with 1000 mg/kg or 600 mg/kg of GESPC, intestine length and spleen weight was longer than control group at seven days old, respectively. Chickens fed with rations whit 800 and 1,000 mg/kg of GESPC had higher villi stature in relation to villus cryo in the duodenum in relation to control at 21 days old. In experiment tree carcass performance and yield were not influenced by treatments. Broilers supplemented with 1600 mg/kg of GESPC had higher total protein levels in blood compared to control group or 1,000 mg/kg group. There was a higher volume of globulins in broilers fed with 1600 mg/kg of GESPC, in relation to other treatments. Concentration of HDL was higher in broilers blood fed with ration containing 1,600 mg/kg of GESPC in relation to control groups and 1000 mg/kg of GESPC. A higher pH on broilers breast muscle was observed, when fed with 1300 or 1600 mg/kg of GESPC compared to vitamin E group. In the drumstick/thigh, pH was higher in broilers fed with on 1600 mg/kg of GESPC or vitamin E in relation to control group. The lipid oxidation at 30 days of storage was higher in drumstick/thigh of broilers supplemented with 1,300 and 1,600 mg/kg of GESPC in relation to other treatments. The lipid oxidation at 60 days of storage was higher in drumstick/thigh of broilers supplemented with 1,600 mg/kg of GESPC in relation to other treatments. The liquid extract of guava residue contains bioactive substances, with potential antioxidant activity by the DPPH and FRAP method. The GESPC 800 or 1,000 mg/kg supplementation level may be used in broiler diets considering intestinal performance and development. The EGPCF at doses of 1,300 and 1,600 mg/kg increases the lipid oxidation of broiler meat stored for 30 and 60 days.

Key words: antioxidant activity, poultry farming, *Psidium guajava* L

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

O setor de fruticultura ocupa lugar de destaque no agronegócio brasileiro. Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, com produção que ocupa 2,6 milhões de hectares com geração de 6 milhões de empregos diretos^{1,2}. Nesse cenário, a goiaba é uma fruta tropical brasileira com grande aceitação pelo seu aroma e sabor agradável, e alto valor nutritivo³, sendo o Brasil considerado um dos maiores produtores dessa fruta, com produção aproximada de 420 mil toneladas/ano⁴.

Grande parte da produção da goiaba é destinada as indústrias de beneficiamento, para a produção de sucos, doces, geleias e polpas. No processo de industrialização da goiaba, são produzidas grandes quantidades de resíduos, que normalmente são descartados em locais inadequados, sem qualquer tratamento, contribuindo com o desperdício de nutrientes, além disso, ao se decomporem, podem causar danos ao meio ambiente.

Os resíduos de goiaba além de possuir nutrientes (proteínas, lipídios e fibra)⁵, apresentam em sua constituição compostos bioativos, como os fenólicos, que lhes conferem propriedades antimicrobianas e, principalmente, antioxidantes⁶. Indicativo de que esses resíduos poderiam ser utilizados em outras indústrias, como as farmacêuticas, de cosméticos e de alimentos (humana e animal), o que agregaria valor aos resíduos, além de contribuir com a redução de impactos negativos ao meio ambiente.

Os antioxidantes são substâncias utilizadas para retardar a oxidação, que ocorre tanto no organismo ao nível celular, podendo comprometer o seu funcionamento normal⁷, como também, em alimentos, responsável por perdas de sua qualidade⁸. De maneira geral, os antioxidantes agem doando átomos de hidrogênio aos radicais livres que são os causadores da oxidação, sendo o íon oxidado estável, incapaz de propagar a reação de oxidação⁹.

Na avicultura, é comum a utilização de antioxidantes para proteger os constituintes da ração da oxidação lipídica. Acredita-se que os benefícios da adição de antioxidantes na alimentação animal possa se estender aos seus produtos, como a carne e, com isso, aumentar o tempo de vida de prateleira, uma vez que esses produtos ricos em ácidos graxos insaturados estão sujeitos à oxidação lipídica, principalmente durante o período de estocagem^{10,11}.

Para controlar as perdas na qualidade de alimentos, normalmente são utilizados aditivos de origem sintética com propriedades antioxidantes, como o butilato de hidroxianisol

(BHA) e o butilato de hidroxitolueno (BHT)¹². No entanto, essas substâncias tem despertado preocupação quanto aos seus níveis de segurança e toxicidade, com isso, o interesse por antioxidantes naturais tem aumentado^{10,13}.

Nesse contexto, os extratos, que são substâncias concentradas extraídas de matérias-primas vegetais com o auxílio de algum solvente, podem ser uma boa alternativa de antioxidante natural. Foi demonstrado em trabalhos realizados por Melo et al.⁶ e Nascimento et al.¹⁴ que o extrato líquido obtido de resíduos de goiaba apresentou elevada atividade antioxidante *in vitro*. Em outros trabalhos, a aplicação do extrato líquido e em pó de resíduo de goiaba diretamente na carne retardou a oxidação lipídica em carne da coxa e em carne de peito e sobrecoxa de frangos^{15,16}. O que demonstra que os extratos de resíduos de goiaba podem ser uma alternativa natural aos antioxidantes sintéticos.

Contudo, para que os resíduos de goiaba possam ser aproveitados em alimentos, é importante o conhecimento das suas características físicas e químicas, visando à identificação e quantificação dos seus compostos, para que possam ser utilizados de forma segura.

A utilização de extrato de resíduo de goiaba na alimentação animal ainda é pouco estudada. Dessa forma, pouco se sabe como esses produtos agem para preservar a qualidade da carne e também melhorar o desempenho dos frangos. Com isso, objetivou-se com este estudo, avaliar a utilização de extrato obtido de resíduos agroindustriais de goiaba na ração de frangos de corte.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Resíduos agroindustriais de frutas

O setor de fruticultura representa papel de importância para a economia brasileira, o segmento está entre os principais geradores de renda, emprego e desenvolvimento rural do agronegócio nacional¹⁷. Com a produção de diversas variedades de culturas, sob diferentes climas, o Brasil é atualmente o terceiro maior produtor mundial de frutas, ficando atrás apenas da China e da Índia².

A produção de frutas no Brasil supera os 40 milhões de toneladas/ano e, do total produzido, 47% é consumido *in natura* e mais da metade (53%) é destinada às indústrias de beneficiamento, transformando-as em sucos, polpas, néctares, geleias e doces, contribuindo com o aumento da vida útil e agregando valor ao produto¹⁸.

Embora o setor agroindustrial contribua com o crescimento econômico do país, geram grandes quantidades de resíduos sólidos orgânicos que, por não existir mercado definido para a sua comercialização, normalmente são descartados sem tratamento, contribuindo com danos ao meio ambiente, ou geram custos operacionais às empresas que buscam destino adequado dos seus resíduos¹⁹. Estima-se que, após o processo de beneficiamento de frutas para a obtenção de sucos e polpas, sejam gerados cerca de 40% de resíduos²⁰. Como o mercado de processamento de frutas é crescente, a tendência é que ao longo dos anos aumente significativamente a quantidade de resíduos produzidos e, agregar valor a esses produtos é uma das formas de minimizar impactos econômicos e ambientais.

Os resíduos agroindustriais gerados após o processamento de frutas são constituídos predominantemente por sementes, cascas e bagaço¹⁹. Podem apresentar em sua composição proteínas, óleos, sais minerais, fibras e vitaminas^{21,22}, além de compostos bioativos com propriedades antioxidante e antimicrobiana^{6,23}, podendo ser aproveitados em indústrias farmacêuticas, cosmética e alimentícia tanto humana como animal.

Estudos com resíduos agroindustriais de frutas tem sido conduzidos com o objetivo de encontrar um destino sustentável para essa matéria prima. O potencial antioxidante de resíduos agroindustriais da uva tinta Isabel, da uva branca Verdello e da goiaba foi avaliado por Melo et al.⁶. Os autores observaram que os resíduos analisados apresentaram atividade antioxidante, com potencial para serem utilizados na indústria de alimentos.

Em estudo realizado por Infante et al.¹⁹, para avaliar a capacidade antioxidante de resíduos agroindustriais do caju, da manga, do maracujá e do abacaxi, foi verificado que os

resíduos analisados apresentaram atividade antioxidante significativa, demonstrando possível aplicabilidade na extração de antioxidantes naturais, possíveis de serem utilizados na conservação de alimentos.

Os resíduos de algumas frutas também podem ser aproveitados como matéria prima para a produção de alimentos. Uchoa et al.²², ao realizarem estudo para determinar os parâmetros físico-químicos e o teor de fibras dos resíduos de caju, goiaba e maracujá, verificaram que os resíduos foram fontes ricas de vitamina C, com alto índice de fibra bruta e alimentar, e lipídios no caso da goiaba (9,74%).

Em pesquisa realizada por Ferreira et al.²⁴, foi avaliada a composição química e nutricional da farinha da casca de jaboticaba (FCJ) obtida de resíduos de jaboticaba, analisaram também, a sua utilização em biscoitos. Os autores observaram que a FCJ apresentou altos teores de fibras (15,25%) e pode ser utilizada até 5% na formulação de biscoitos.

Os resíduos agroindustriais de frutas também podem ser utilizados na ração animal, com o objetivo de reduzir o custo da ração, usados como alimento ou como alimento funcional. Vieira et al.²⁵ ao incluírem 0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10% de farelo obtido do resíduo da manga em rações de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, observaram que o nível de até 5,0% de farelo de resíduo de manga não afetou o ganho de peso e a conversão alimentar em nenhuma das fases de desenvolvimento das aves.

Silva et al.²⁶, em estudo com ovinos alimentados com dietas que consistiam de ração concentrada fornecida em quantidade de 2% do peso vivo, volumoso (silagem de sorgo) ou bagaço de caju desidratado (BCD), observaram que os animais que foram alimentados com BCD apresentaram melhor conversão alimentar e rendimento de carcaça em relação ao grupo que recebeu o volumoso.

Em estudo realizado por Camelo et al.²⁷, foi avaliado o desempenho e características de carcaça de codornas europeias alimentadas com rações contendo 0; 2,5; 7,5 e 10% de farelo de goiaba obtido de resíduos agroindustriais. Os autores concluíram que o farelo de goiaba pode ser utilizado em dietas de codornas europeias até o nível de 10%, no período de 16 a 38 dias de idade, sem prejudicar o desempenho e o rendimento de carcaça das aves.

Existe grande variedade de aplicação dos resíduos agroindustriais, contudo, a sua utilização em diversas áreas, principalmente para a alimentação animal ainda é questionada, pois os resíduos podem apresentar diferentes composições químicas. Portanto, torna-se necessário o conhecimento de suas características, valor nutricional, limitação de uso,

quantidade ideal a ser utilizada, identificação e quantificação dos efeitos exercidos no organismo.

2.2. Resíduos agroindustriais da goiaba

No processo de industrialização da goiaba para a produção de polpas, sucos, doces e geleias, após o despulpamento, são gerados resíduos ou subprodutos compostos principalmente por sementes e polpa residual, correspondendo de 10 a 15% da massa total do fruto²⁸. Calcula-se que nas indústrias brasileiras sejam processadas cerca de 202 mil toneladas de goiaba por ano. Grande parte desses resíduos não tem destino adequado, sendo descartados pelas indústrias a céu aberto, ou em aterros sanitários, podendo contribuir com a contaminação do meio ambiente e desperdício de nutrientes²⁹.

A crescente preocupação com a possível contaminação ambiental e desperdício de nutrientes, tem impulsionado pesquisadores a buscar alternativas para o aproveitamento desses resíduos. Estudos vêm sendo conduzidos objetivando conhecer a composição dos resíduos de goiaba para que esses possam ser adequadamente aproveitados em indústrias de cosméticos, na ração animal e na alimentação humana^{6,28,30,31}.

Silva et al.⁵ encontraram no farelo obtido do resíduo de goiaba a seguinte composição 90,81 % de matéria seca, 10,09 % de proteína bruta, 11,71% de extrato etéreo, 1,25 % de matéria mineral, 55,62% de fibra bruta, 64,06% de fibra em detergente neutro, 57,3% de fibra em detergente ácido e 4290 kcal/kg de energia bruta. Segundo esses mesmos autores, o farelo de goiaba possui potencial para ser utilizado em dietas para aves de crescimento lento.

El-Deek et al.³¹ realizaram estudo para caracterizar resíduos de goiaba visando o seu aproveitamento em rações para frangos. Os resultados demonstraram composição de 9,08% de proteína bruta, 10% de extrato etéreo, 39,5% de fibra bruta e 2,55 de cinzas. Posteriormente o resíduo foi adicionado em rações para frangos em níveis de 2, 4, 6 e 8%. Não houve efeito do resíduo sobre o peso e rendimento de carcaça dos frangos, entretanto, a gordura abdominal reduziu com a utilização de 8% do produto.

Outro aspecto importante é a quantidade de ácidos graxos presentes nas sementes de resíduos de goiaba. Os ácidos graxos são os principais constituintes dos triacilgliceróis, constituem-se como uma das principais formas de armazenamento de energia nos animais e vegetais. Os ácidos graxos poliinsaturados linoléico (ômega 6) e o linolênico (ômega 3), são

considerados essenciais na dieta, uma vez que homens e animais são incapazes de sintetizá-los³².

Ao analisar o perfil de ácidos graxos de sementes de goiaba oriunda de resíduos agroindustriais, Santos³³ verificou a presença dos ácidos graxos mirístico, palmítico, esteárico, oléico, linoléico, gama-linolênico, gadoléico e erúcico, sendo que o ácido linoléico (75,54%) foi encontrado em maior concentração, seguido pelo ácido oléico (10,65%), palmítico (7,04%) e esteárico (5,05%).

Em estudo realizado por Malacrida et al.³⁴, para avaliar o perfil de ácidos graxos de sementes de goiaba obtidas de resíduos agroindustriais, foi observada a predominância do ácido linoléico (78,4%), seguido do ácido oléico (9,7%), palmítico (6,9%), esteárico (4,6%) e araquídico (0,3%).

Os resíduos agroindustriais de goiaba também apresentam quantidades consideráveis de compostos bioativos, que são capazes de proporcionar benefícios à saúde, prevenindo ou tratando doenças ou favorecendo o funcionamento do organismo³⁵, sendo que além das suas funções nutricionais, podem ser utilizados para o desenvolvimento de alimentos ou aditivos com propriedades funcionais.

Os alimentos funcionais são definidos como aqueles que apresentam em sua composição uma ou mais substâncias capazes de modular os processos metabólicos e fisiológicos no organismo, promovendo efeitos benéficos à saúde, são efeitos que vão além da função meramente nutricional³⁶. Carotenóides, compostos fenólicos, ácidos graxos e probióticos são exemplos de substâncias que dão funcionalidade aos alimentos³⁷.

Resíduos de goiaba são ricos em compostos bioativos, dentre os quais se destacam os compostos fenólicos, substância com potencial antioxidante⁶. Normalmente, para que os compostos bioativos de produtos vegetais sejam melhores aproveitados são utilizados na forma de extratos. Os extratos são substâncias concentradas de diversas consistências obtidas a partir de matéria-prima vegetal, na qual são utilizados solventes para a separação dos compostos específicos de um meio complexo e, posteriormente, é realizada a concentração por eliminação mais ou menos completa dos solventes³⁸. Com a extração dos principais constituintes bioativos presentes em um determinado material vegetal, têm-se um extrato padronizado.

Nascimento et al.¹⁴ avaliaram *in vitro* a concentração de compostos fenólicos em um extrato hidroacetônico obtido de resíduos de goiaba, os autores verificaram a presença de 5.317,27 µg de fenóis totais expresso em equivalente de catequina/mL do extrato. Também

foi verificada relevante ação antioxidante, apontando o resíduo agroindustrial de goiaba como uma interessante fonte alternativa de antioxidante natural.

Sousa et al.³⁹ avaliaram a composição de compostos fenólicos e atividade antioxidante de um extrato aquoso e hidroalcoólico obtido de resíduos de goiaba. Os autores verificaram no extrato aquoso e hidroalcoólico a presença de 24,63 mg e 46,77 mg de fenóis totais em equivalente de ácido gálico (GAE)/100 g do extrato respectivamente, ainda constataram que o extrato hidroalcoólico apresentou maior capacidade antioxidante, mostrando que esse resíduo pode ser utilizado como ingredientes na formulação de outros alimentos industrializados.

Melo et al.⁶ encontraram, no extrato etanólico e aquoso de resíduos de goiaba 3,41 e 1,88 mg de compostos fenólicos GAE/g do extrato respectivamente, com boa atividade antioxidante apresentada no ensaio de sequestro do radical livre DPPH (88,07%). Os autores concluíram que esse resíduo é potencial fonte natural de substâncias bioativas para aplicação na indústria de alimentos.

As diferenças de resultados do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante de extratos vegetais podem estar relacionadas com as diferenças entre o material vegetal utilizado, região geográfica, safra, condições climáticas e características inerentes ao processamento e métodos de extração^{40,41}.

Em função do potencial antioxidante dos resíduos de goiaba, alguns estudos foram desenvolvidos para avaliar a utilização desse material na conservação da carne de frangos. Packer et al.¹⁵ aplicaram extrato aquoso de resíduo de goiaba diretamente na carne de coxa de frangos em níveis para obter 20, 40 e 60 mg/kg de compostos fenólicos totais, os autores verificaram que a dose de 60 mg/kg de fenóis foi efetiva em retardar a oxidação lipídica.

Em pesquisa realizada por Amador¹⁶, para avaliar a inclusão de 0; 0,5; 1,0 e 1,5% de extrato obtido a partir de resíduo de goiaba na preservação da carne de peito e sobrecoxa de frango pré cozido e armazenados congelados a -12 °C, foi verificado que o extrato de goiaba em todas as concentrações utilizadas preservou os lipídios da carne, sendo o nível de 1,5% mais eficiente.

Diante do exposto, pode-se inferir que os resíduos de goiaba apresentam inúmeras características favoráveis para serem aproveitadas em alimentos, principalmente por suas propriedades antioxidantes, responsáveis pelo controle da oxidação lipídica, principal causador de efeitos negativos na qualidade de produtos como carne e seus derivados.

2.3. Oxidação

A oxidação é um processo natural que ocorre em decorrência da atividade metabólica normal do organismo, induzida pelos radicais livres, que são espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, altamente instáveis, e por serem reativos são capazes de danificar biomoléculas importantes, como DNA, proteínas, carboidratos e lipídios^{42,43}. Esses danos contribuem para o envelhecimento e o aparecimento de doenças cardiovasculares, artrite reumática, câncer, entre outras⁴⁴.

Entre os danos oxidativos causados por radicais livres, a oxidação lipídica é a mais preocupante para as indústrias de alimentos, pois é considerada a principal responsável pela perda de qualidade dos alimentos, além de produzir substâncias potencialmente tóxicas, como malonaldeídos e óxidos de colesterol⁴⁵. A oxidação lipídica é caracterizada pela deterioração dos lipídios, induzida por oxigênio na presença de catalisadores, como calor, luz, pigmentos e íons metálicos⁴⁶.

Os lipídios são importantes constituintes dos alimentos, responsáveis por características como aroma, coloração, textura, suculência, além de ser fonte de energia, de ácidos graxos essenciais e de vitaminas lipossolúveis⁴⁷. São constituídos por uma mistura de monoglicerídeos, diglicerídeos, triglicerídeos, fosfolipídios, ácidos graxos livres, esteróis entre outros⁴⁸.

Os ácidos graxos são os principais componentes dos lipídios e são classificados de acordo com o número de duplas ligações em saturados (sem duplas ligações em suas cadeias) e insaturados que são divididos em monoinsaturados (uma dupla ligação) ou poli-insaturados (mais de duas duplas ligações)⁴⁹. De acordo com Wagner et al.⁵⁰, os ácidos graxos insaturados são as estruturas mais susceptíveis ao processo oxidativo, pois apresentam entre as duplas ligações grupos carbônicos metilênicos que facilita a retirada de um átomo de hidrogênio e a formação do radical livre, que é o passo inicial da oxidação.

Segundo Silva et al.⁵¹, o processo de oxidação dos lipídios pode ocorrer por diferentes vias, em função do meio e dos agentes catalisadores, sendo os principais mecanismos a oxidação enzimática, fotoxidação e autooxidação.

A oxidação enzimática ocorre por ação da enzima lipoxigenase que catalisa a peroxidação de ácidos graxos insaturados pela adição de oxigênio à cadeia hidrocarbonada, e essa reação está envolvida na formação de peróxidos e hidroperóxidos, que podem se envolver em diversas reações degenerativas resultando em produtos indesejáveis⁵².

A fotoxidação é a oxidação promovida pela radiação ultravioleta em presença de fotossensibilizadores como a clorofila e mioglobina, por exemplo, que são capazes de absorver a energia luminosa e transferi-las para o oxigênio tripleto ($^3\text{O}_2$), gerando o estado singleto ($^1\text{O}_2$). O oxigênio singleto reage diretamente com as ligações duplas formando hidroperóxidos⁵³.

A autooxidação é uma reação espontânea e inevitável entre o oxigênio e lipídios, principalmente os ácidos graxos insaturados⁵⁹. É considerado o principal mecanismo de oxidação dos alimentos, e pode ocorrer mesmo em temperaturas baixas de armazenamento e ausência da luz⁵⁴. O mecanismo de autooxidação ocorre por um processo em reação em cadeia de radicais livres e compreende três etapas distintas: iniciação, propagação e término^{55,56} (Figura 1).

Na fase de iniciação ocorre à formação de radicais livres do ácido graxo, em função da retirada de um hidrogênio do grupamento metileno adjacente à dupla ligação do ácido graxo, deixando um elétron desemparelhado no carbono, formando um radical alila ($\text{R}^\bullet$), condições de luz e calor favorecem essa reação^{56,57}. Os radicais livres são moléculas que contém um ou mais elétrons não pareados, são altamente reativos, instáveis e são capazes de reagir com diversos compostos e estruturas celulares⁵⁸.

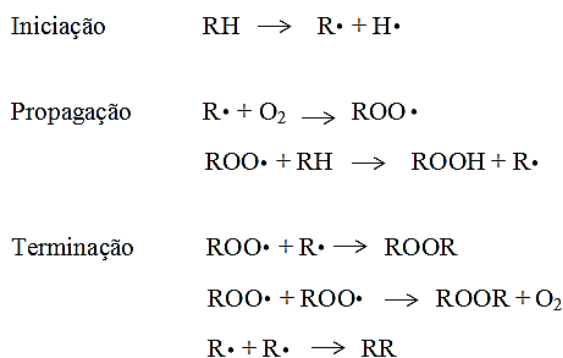


FIGURA 1 - Mecanismo geral da autooxidação em lipídios. RH - ácido graxo insaturado; $\text{R}^\bullet$ - radical livre; $\text{ROO}^\bullet$ - radical peróxila e ROOH - radical hidroperóxido.

Fonte: Ramalho e Jorge⁵⁹.

Em seguida, na fase de propagação, os radicais que foram gerados na etapa de iniciação reagem com o oxigênio, originando o radical peroxila ($\text{ROO}^\bullet$), formando os

produtos primários da oxidação os peróxidos e hidroperóxidos (ROOH), esses compostos instáveis ao se decomporem formam novos radicais que dão continuidade à reação^{51,56}.

Na etapa de terminação ocorre a interrupção das reações, em virtude do esgotamento de ácidos graxos insaturados, fazendo com que os radicais liguem-se entre si, originando produtos estáveis, que são os produtos secundários da oxidação, obtidos por cisão e rearranjo dos peróxidos. Nessa fase são gerados produtos como alcoóis, aldeídos, cetonas, alcanos e os malonaldeídos que conferem sabor e odor desagradáveis aos alimentos, tornando-os impróprios para o consumo^{51,60}.

A oxidação lipídica é considerada um dos principais problemas da indústria de carne, pois compromete a qualidade nutricional, reduz o tempo de vida de prateleira, aumenta a toxicidade e diminui o valor de mercado da carne e seus produtos. A carne de frango é um alimento altamente susceptível à oxidação lipídica em função do seu elevado teor de ácidos graxos insaturados⁶¹.

A oxidação nos tecidos musculares pode começar ainda no animal vivo, no período *ante-mortem*. Nesse momento, a oxidação pode ocorrer nas membranas celulares ricas em ácidos graxos poli-insaturados, em função dos agentes estressores internos e externos que atuam como catalizadores ou iniciadores do processo oxidativo, resultando em alteração da estrutura das membranas e do metabolismo celular, acarretando em perda da qualidade da carne⁶².

A oxidação lipídica continua acontecendo imediatamente no momento pré-abate e logo após o abate com o estabelecimento do *rigor mortis*⁶³. As alterações bioquímicas que acontecem durante a conversão do músculo em carne, ocasionam a destruição do equilíbrio entre fatores pró-oxidante e capacidade antioxidante endógena favorecendo a oxidação^{62,63}. A taxa e a extensão da oxidação no músculo irão depender dos acontecimentos pré-abate como estresse e danos aos tecidos e pós-abate como a queda do pH e temperatura da carcaça⁶².

De acordo com Morrissey et al.⁶², as alterações pós-abate que levam a oxidação de tecidos musculares são: falência sanguínea (o sangue para de circular), com isso cessa o aporte de oxigênio, a musculatura começa a utilizar a via anaeróbica para a obter energia, que promove o acúmulo de ácido láctico, ocasionando a redução do pH (5,5), a circulação de nutrientes é rapidamente interrompida, durante esse processo é improvável que o sistema endógeno de enzimas antioxidantes (superóxido dismutase, catalase, glutathione peroxidase, glutathione reductase) funcione, as proteínas sequestrantes de ferro são inativadas, o retículo sarcoplasmático perde a capacidade de acumular Ca, as proteínas dependentes de cálcio

degradam as proteínas musculares, o ferro é liberado e catalisa uma reação em cadeia, e o início da oxidação lipídica na membrana.

A terceira fase da oxidação em carnes ocorre em virtude do manuseio, processamento, armazenamento, cozimento, desossa e exposição ao oxigênio, temperatura e luz, que faz com que o ferro catalítico ativo da mioglobina e outras proteínas sejam liberados, esses reagem com compostos como aminoácidos, nucleotídeos e fosfatos, formam quelatos resultando na catalisação de reações oxidativas nos tecidos^{62,64}.

A oxidação lipídica é um processo que ocorre de forma natural na carne e seus derivados, e é inevitável, além disso, vários fatores podem contribuir para a potencialização dessa reação. Controlar os agentes oxidantes é desejável, uma vez que, contribui para a conservação dos alimentos. Uma das alternativas para retardar a oxidação lipídica na carne é a adição de antioxidantes, tanto na ração como no momento do seu processamento e com isso aumentar o tempo de vida de prateleira, qualidade e valor nutricional de produtos de origem animal.

2.4. Antioxidantes

Antioxidantes são substâncias que presentes em baixas concentrações são capazes de inibir ou retardar a oxidação^{53,65}. Quimicamente, os antioxidantes são definidos como compostos aromáticos, apresentando em sua estrutura pelo menos uma hidroxila⁶⁶.

Os antioxidantes são classificados de acordo com o seu mecanismo de ação em primários ou secundários. Os antioxidantes primários agem interrompendo a reação em cadeia formada pelos radicais livres durante a oxidação, por meio da doação de átomos de hidrogênio a essas moléculas (Figura 2)⁶⁷. O átomo de hidrogênio do antioxidante tem maior facilidade de ser catalisado pelos radicais livres do que moléculas insaturadas, com isso, formam espécies inativas para a reação oxidativa e um radical inerte, que por ser estabilizado não tem capacidade de iniciar ou propagar a oxidação⁵⁹.

Independente do mecanismo de ação, a escolha de um antioxidante deve ser pautada em características aceitáveis como: ser eficaz em baixa concentração; não apresentar efeitos indesejáveis sobre a cor, odor, sabor e demais características dos alimentos; ser compatível com o alimento ao qual será adicionado; ser de fácil aplicação; apresentar estabilidade em condições de processamento e armazenamento e não ser tóxico em nenhuma das fases⁶⁸.

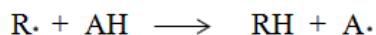
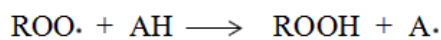


FIGURA 2 - Mecanismo de ação dos antioxidantes primários.

ROO• e R• - radicais livres; AH – antioxidante; A• - radical inerte.

Fonte: Frankel⁶⁹.

O organismo animal possui um sistema antioxidante natural, constituído por enzimas (superóxido dismutase, catalase, glutathione peroxidase e a glutathione reductase), no entanto, de acordo com Cerqueira et al.⁷⁰, os componentes celulares não estão totalmente protegidos pelos antioxidantes endógenos, podendo ser auxiliado com adição de antioxidantes não enzimáticos a dieta favorecendo a manutenção da saúde celular e dos tecidos.

Além disso, após o abate do animal ao cessar o fluxo sanguíneo, as enzimas endógenas não reagem mais no músculo⁶², ficando a qualidade da carne comprometida e dependente do controle dos agentes externos que contribuem para sua deterioração. Acredita-se que substâncias antioxidantes adicionadas à ração, além de preservar os constituintes lipídicos da ração, podem também ser absorvidas e incorporadas nos tecidos, diminuindo a oxidação lipídica da carne com consequente aumento do seu tempo de vida de prateleira¹². Além disso, os antioxidantes podem ser adicionados diretamente na carne e reduzir a cadeia de oxidação.

Os antioxidantes exógenos são comumente utilizados para o controle da oxidação em produtos de origem animal, podem ser sintéticos, amplamente utilizados pela indústria alimentícia, ou naturais, substâncias bioativas, que fazem parte da constituição de diversos alimentos⁵⁹.

2.4.1. Antioxidantes sintéticos

Antioxidantes sintéticos são aqueles produzidos via laboratório, sendo os mais utilizados na indústria para preservar a qualidade dos alimentos o butil-hidroxi-tolueno (BHT), butil-hidroxi-anisol (BHA), propil galato (PG) e terc-butil-hidroquinona (TBHQ)⁷¹. De acordo com Freitas et al.¹², os mais usados em rações animal são o BHA e o BHT.

A utilização de antioxidantes sintéticos em alimentos para consumo humano e animal foi aprovada em meados da década de 40, e desde então, a sua utilização se tornou

fundamental para garantir a vida de prateleira de muitos produtos⁷². De modo geral, são antioxidantes primários, apresenta em sua estrutura fenólica (Figura 3) um hidrogênio lábil, que pode ser doado a um radical livre, o íon oxidado a partir da reação é estável, portanto, não promove ou propaga reações de oxidação, desta forma as características dos alimentos são preservadas⁹.

A aplicação de antioxidantes sintéticos diretamente nos produtos cárneos no momento do processamento ou na dieta dos animais visando prolongar a vida de prateleira é uma prática comum. No entanto, seu uso tem sido atribuído a efeitos tóxicos e carcinogênicos^{73,74}, alguns países como o Canadá e a Comunidade Europeia já proibiram o uso de TBHQ⁷⁵.

Visto a preocupação com os efeitos gerados pelo uso prolongado de antioxidantes sintéticos, e a crescente demanda da população por alimentos mais seguros e saudáveis, o interesse por antioxidantes naturais só tem aumentado.

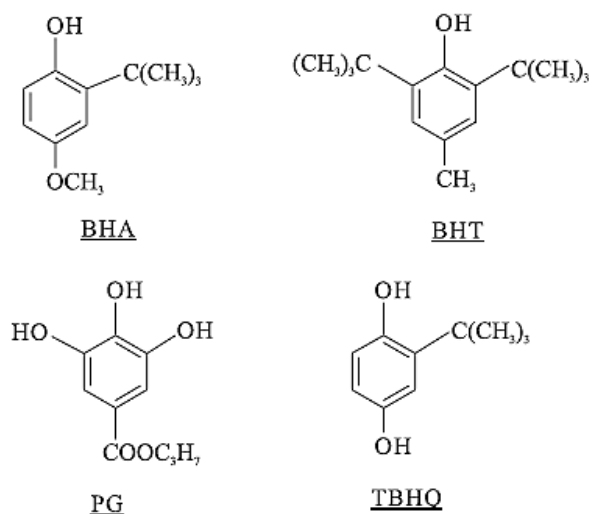


FIGURA 3 - Estrutura fenólica dos antioxidantes sintéticos.

Fonte: Ramalho e Jorge⁵⁹.

2.4.2. Antioxidantes naturais

Os antioxidantes naturais são moléculas presentes nos alimentos, que possuem a capacidade de interromper a formação de radicais livres. O interesse pela utilização desses produtos vem desde meados dos anos 80, quando surgiu a preocupação com os prováveis

efeitos tóxicos causados pelo uso contínuo de antioxidantes sintéticos. Desde então, tem sido dada atenção aos compostos naturais para a preservação da qualidade dos alimentos¹³.

Os antioxidantes naturais são constituintes de frutas, verduras e cereais e podem ser isolados de diferentes partes como nas sementes, bagas, folhas e raízes⁷⁵. Os principais agentes antioxidantes encontrados nos alimentos são os vitamínicos (C e E) e os compostos fenólicos^{8,76}.

A vitamina C é o nome genérico dado ao ácido ascórbico, é uma vitamina hidrossolúvel encontrada em frutas cítricas que proporciona proteção contra a oxidação descontrolada no meio aquoso da célula, devido ao seu alto poder redutor, removem radicais livres e oxigênio, antes que atinjam os lipídios e iniciem a peroxidação^{77,78}. O potencial antioxidante do ácido ascórbico (AA) foi avaliado por Djenane et al.⁷⁹ que observaram que a adição de 500 ppm de AA em carne fresca antes do armazenamento em refrigeração retardou a oxidação. Couto e Canniatti-Brazaca⁷⁸ avaliaram o teor de vitamina C e a capacidade antioxidante *in vitro* de variedades cítricas de laranjas e tangerinas. Os autores concluíram que as laranjas são mais ricas em vitamina C e possuem maior poder antioxidante que as tangerinas.

A vitamina E ou tocoferóis faz parte do grupo de compostos lipossolúveis, se encontra na natureza em quatro diferentes formas, α , β , γ , δ – tocoferóis podem ser naturais ou sintéticos. A atividade antioxidante da vitamina E ocorre em função da capacidade que ela tem de doar seu hidrogênio fenólico aos radicais peroxil formando o tocoperóxil, que apesar de também serem radicais, não são reativos, com isso, interrompem a propagação da reação em cadeia oxidativa^{59,80}.

A vitamina E é considerada um dos melhores antioxidantes naturais, sendo este bastante utilizado na preservação de óleos e gorduras, quanto aos efeitos da oxidação. A atividade antioxidante da vitamina E foi estudada por Ramalho e Jorge⁵⁹, que verificaram que adição de 100 a 700 mg/kg em óleo purificado apresenta um eficiente efeito protetor contra a oxidação.

De acordo com Brewer⁸¹, a suplementação de vitamina E (α -tocoferol) na dieta aumenta a incorporação desse antioxidante na região fosfolípídica das membranas, onde estão localizados os ácidos graxos insaturados, com efeitos positivos sobre a estabilidade oxidativa dos tecidos.

Em estudo realizado por Rey et al.⁸², para avaliar o efeito da suplementação de 40, 80 ou 120 mg/kg de vitamina E na forma natural e sintética para perus, sobre a capacidade antioxidante, características da qualidade da carne do peito e composição de ácidos graxos, foi

verificado que adição de 80 mg/kg da vitamina E na forma natural foi efetiva na estabilidade oxidativa e qualidade da carne, além disso, aumentou a concentração do ácido graxo oléico.

Cheng et al.⁸³ avaliaram o desempenho, qualidade e estabilidade oxidativa da carne de frangos que receberam 0 e 20 UI de vitamina E na ração por um período de 42 dias. Os autores observaram que o desempenho não foi influenciado pelos tratamentos, entretanto, a suplementação de vitamina E, melhorou a qualidade da carne e a capacidade antioxidante muscular no peito e na coxa, quando comparado com o grupo controle.

Segundo Leão et al.⁷³, os compostos fenólicos são os principais constituintes de antioxidantes naturais, estão amplamente distribuídos na natureza, com mais de 8000 compostos identificados, são substâncias produzidas pelo metabolismo secundário, e responsáveis pela defesa das plantas⁸⁴.

Quimicamente, os compostos fenólicos podem ser definidos como substâncias que apresentam em sua estrutura anel aromáticos com uma ou mais hidroxila como grupos funcionais⁸⁵. Englobam desde moléculas simples até outras com alto grau de polimerização, esses compostos podem ser divididos em dois grandes grupos, os ácidos fenólicos e os flavonoides⁸⁶.

Os ácidos fenólicos são caracterizados por apresentar em sua estrutura um anel benzênico, um ou mais grupamento hidroxila ou metoxila na molécula (Figura 4), são divididos em três grupos, os constituídos pelo ácido benzoico, os formados pelos ácidos cinâmicos e as cumarinas derivadas do ácido cinâmico por ciclização da cadeia lateral do ácido o-cumárico⁸⁶.

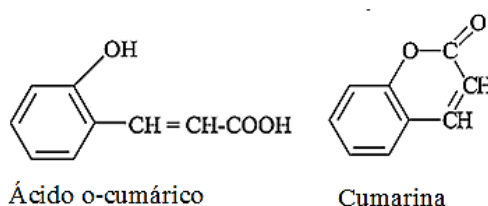


FIGURA 4 - Exemplo de ácidos fenólicos.

Fonte: Ramalho e Jorge⁵⁹.

Os flavonoides são os compostos fenólicos mais estudados como antioxidantes e estão amplamente distribuídos em plantas, frutas e vegetais, sendo o composto mais diversificado do reino vegetal⁸⁰. Possui a estrutura comum formada por 15 carbonos (C6-C3-

C6), consistindo de dois anéis aromáticos ligados por um heterocíclico oxigenado. Fazem parte do grupo de flavonoides os flavonóis, antocianinas, flavonas ou catequinas e isoflavonas⁸⁰ (Figura 5).

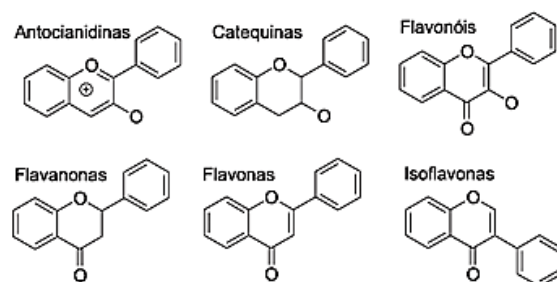


FIGURA 5 - Estrutura química dos principais flavonóides.

Fonte: Molnár e Füzfa⁸⁷.

A grande maioria dos compostos fenólicos apresenta-se nos tecidos vegetais de forma livre, com exceção dos taninos. Os taninos são classificados em hidrolisáveis e condensados⁸⁶, apresentam estrutura química parecida com as dos flavonoides, com potencial antioxidante⁸⁸, entretanto, cuidados devem ser tomados com relação a sua utilização, pois em quantidades elevadas podem ser tóxicos⁸⁹. A identificação da concentração desses compostos em antioxidantes naturais é de extrema importância, para garantir a sua utilização de forma segura.

A atividade antioxidante dos compostos fenólicos está relacionada com a sua capacidade de sequestrar radicais livres pela doação de um átomo de hidrogênio, podem agir como quelantes de metais catalizadores da oxidação, como inibidores de enzimas geradoras de radicais livres, como as lipoxigenases, por exemplo, além de estímulos de enzimas antioxidantes endógenas⁹⁰.

De acordo com Leão et al.⁷³, extratos vegetais que apresentam em sua composição compostos fenólicos são considerados fontes efetivas de antioxidantes. Nesse sentido, diversas pesquisas têm sido constantemente realizadas para avaliar o potencial antioxidante de vegetais, frutas e especiarias^{8,91,92,93,94}. Mokhtar et al.⁹⁵, verificaram que a adição de 0,2 g/kg de extrato de alecrim que são ricos em compostos fenólicos foi capaz de reduzir a oxidação lipídica e melhorar os atributos sensoriais em amostras de carne bovina armazenada por 15 dias a 4 °C.

Pires et al.⁹⁶ verificaram que o extrato de alecrim pode substituir o antioxidante sintético BHA na proporção de 20 mg/kg de alecrim para a conservação de 480 mg/kg de

hambúrgueres de frango, garantindo sua estabilidade oxidativa por quatro meses de armazenamento em congelamento a -18 °C.

Produtos ricos em compostos fenólicos ao serem adicionados à ração podem promover melhorias tanto no desempenho como também no produto final obtido a partir desses animais. Freitas et al.¹² ao adicionarem 200 e 400 ppm de extrato da casca da manga e extrato do caroço da manga em rações para frangos de corte, não verificaram efeito das suplementações no desempenho, entretanto, observaram que a oxidação lipídica reduziu na carne dos frangos que receberam ração com 200 e 400 ppm de extrato do caroço da manga.

As frutas são importantes reservatórios de compostos fenólicos. Nos últimos anos a atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas vem sendo estudada, em virtude da grande quantidade desse material em potencial que são descartados^{6,19,20,97}.

De acordo com Melo et al.⁶, os resíduos de goiaba apresentam em sua constituição compostos fenólicos, com potencial antioxidante. Em estudo realizado por Packer et al.¹⁵ foi verificado que a aplicação de extrato aquoso de resíduos de goiaba em níveis para obter 60 mg/kg de compostos fenólicos foi capaz de retardar a oxidação lipídica em carne da coxa de frangos.

Em trabalho realizado por Nascimento et al.¹⁴, foi verificado que o extrato hidroacetônico de resíduos de goiaba exibiu uma forte ação antioxidante, podendo este ser uma interessante fonte alternativa de antioxidante natural. Amador²⁰ observou que 1,5% de extrato obtido de resíduo de goiaba foi capaz de preservar os lipídios da carne de peito e sobrecoxa de frangos.

Oliveira⁹⁸ avaliou a inclusão de 0; 0,5; 1,0 e 1,5% da adição do subproduto obtido de resíduos de goiaba em rações de frangos de corte, no desempenho e estabilidade oxidativa da carne. Foi observado que o desempenho não foi influenciado pela utilização do subproduto, no entanto, a oxidação lipídica foi retardada na carne da coxa.

Oliveira⁹⁹ avaliou o desempenho e a estabilidade oxidativa das gemas de ovos armazenados por 0, 9, 18 e 27 dias de codornas japonesas em fase de postura alimentadas com ração suplementadas com 0 ; 0,3 ; 0,6 e 0,9% do extrato obtido a partir de resíduos de goiaba. O autor não verificou efeito dos tratamentos no desempenho, porém, verificou que o extrato foi capaz de retardar a oxidação lipídica nas gemas dos ovos.

Na literatura são encontrados resultados efetivos *in vitro* do potencial antioxidante de resíduos de goiaba e na aplicação direta desses resíduos na conservação da carne de frangos. Entretanto, poucos são os relatos da utilização de resíduos de goiaba na ração animal, visando proporcionar benefícios no desempenho e qualidade dos produtos gerados. Baseado

no exposto, os experimentos da presente tese foram realizados com o objetivo de avaliar os efeitos da utilização do extrato padronizado em compostos fenólicos de resíduo de goiaba na ração de frangos de corte.

REFERÊNCIAS

1. Secretária da agricultura e do abastecimento do estado do Paraná. Fruticultura. Análise da conjuntura agropecuária, safra 2016/2017. 2017; 9p. [Acesso 20 jul 2017]. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Fruticultura_2016_17.pdf.
2. CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Balanço 2016, perspectiva 2017. Brasília, 2017, 242p. [Acesso 20 jul 2017]. Disponível em: http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/balanco_2016_perspectivas2017_web.pdf.
3. EMBRAPA. A cultura da Goiaba. In Coleção Plantar goiaba, nº 66, 2ª ed. Editora Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, 2010, 180p. [Acesso 20 jul. 2017]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128279/1/PLANTAR-Goiaba-ed02-2010.pdf>.
4. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal: Culturas temporárias e permanente. Rio de Janeiro: 2015; 42: 57p.
5. Silva EP, Silva DAT, Rabello CBV, Lima RB, Lima MB, Ludke JV. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. R. Bras. Zootec. 2009; 38 (6): 1051-58.
6. Melo OS, Bergamaschi KB, Tiveron AP, Massarioli AP, Oldonir TLC, Zanús MC, Pereira GE, Alencar SM. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. Ciênc. Rural. 2011; 41 (6): 1088-93.
7. Surai PF. Natural antioxidants in poultry nutrition: new developments. In: 16th European Symposium on Poultry Nutrition. "Local desconhecido". 2007. [Acesso em 25 jul 2017]. Disponível em: [file:///C:/Users/Usurio/Downloads/1_Europ_Strasbourg_Symposium%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usurio/Downloads/1_Europ_Strasbourg_Symposium%20(1).pdf).
8. Verma AK, Rajkumar V, Banerjee R, Biswas S, Das AK. Guava (*Psidium guajava* L.) powder as a natural antioxidant dietary fibre in sheep meat nuggets. Asian Australas. J. Anim. 2013; 26 (6): 886-95.
9. Buck DF. Antioxidants in soya oil. J. Am. Oil Chem. Soc. 1981; 58 (3): 275-78.
10. Freitas ER, Borges AS, Trevisan MTS, Watanabe PH, Cunha AL, Pereira ALF, Abreu VK, Nascimento GAJ. Extratos etanólicos da manga como antioxidantes para frangos de corte. Pesq. Agropec. Bras. 2012; 47 (8): 1025-30.

11. Bou R, Guardiola F, Grau A, Grimpa S, Manich A, Barroeta A, Condony R. Influence of dietary fat source, α -tocopherol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat. *Poult. Sci.* 2001; 80: 800-07.
12. Freitas ER, Borges AS, Trevisan mts, Cunha AL, Braz NM, Watanabe PH, Nascimento GAJ. Extratos etanólicos de manga como antioxidantes na alimentação de poedeiras. *Pesq. Agropec. Bras.* 2013; 48 (7):714-21.
13. Durán RM, Padilla RB. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. *Grasas e Aceites.* 1993; 44 (2): 101-06.
14. Nascimento RJ, Araújo CR, Melo EA. Atividade antioxidante de extratos de resíduo agroindustrial de goiaba (*psidium guajava* L.). *Alim. Nutr.* 2010; 21 (2): 209-16.
15. Packer VG, Selani MM, Gomes FG, Ruiz JN Augustus TR, Contreras Castillo CJ, Alencar SM. Addition of beet and Guava agroindustrial residues in cooked and refrigerated chicken meat and its effect on lipid oxidation. In: *International Conference in Food Innovation.* 2010; p. 1-4.
16. Amador AS. Uso de extrato de goiaba (*Psidium guajava* L.) na prevenção da oxidação da carne de frango. [Dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária; 2015. [Acesso 20 jul 2017]. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/19954>.
17. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cadeia produtiva de frutas. Brasília: 2007. 102p.
18. Anuário Brasileiro de Fruticultura 2008. Editora Gazeta, 2008. 136 p. [Acesso 20 jul. 2017]. Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-da-fruticultura-2008>.
19. Infante J, Selani MM, Toledo NMV, Silveira-Diniz MF, Alencar SM, Spoto MHF. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. *Alim. Nutr.Braz. J. Food Nutr.* 2013; 24 (1): 87-1.
20. Lousada Junior JE, Neiva NM, Rodriguez NM, Pimentel JCM, Lôbo RNB. Consumo e Digestibilidade de Subprodutos do Processamento de Frutas em Ovinos. *R. Bras. Zootec.* 2005; 34 (2): 659-69.
21. Lousada Júnior JE, Costa JMC, Neiva JNM, Rodriguez NM. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. *Rev. Ciênc. Agron.* 2006; 37 (1): 70-6.

22. Uchôa AMA, Costa JMC, Maia GA, Silva EMC, Carvalho AFFU, Meira TR. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. *Segur. Aliment. Nutr.* 2008; 5 (2): 58-5.
23. Arbos KA, Stevani PC, Castanha RF. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga *Rev. Ceres.* 2013; 60 (2): 161-65.
24. Ferreira AE, Ferreira BS, Lages MMB, Rodrigues CAF, Thé PMP, Pinto NACD. Caracterização e uso da casca de jabuticaba. *Alim. Nutr.* 2012; 23 (4): 603-07.
25. Vieira PAF, Queiroz JH, Albino LFT, Moraes GHK, Barbosa AA, Müller ES, Viana MTS. Efeitos da inclusão de farelo do resíduo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias. *R. Bras. Zootec.* 2008; 37 (12): 2173- 178.
26. Silva LM, Oliveira CHA, Rodrigues FV, Rodrigues MRC, Beserra FJ, Silva AM, Lemos JC, Fernandes AAO, Rondina D. Desempenho e características da carcaça de cordeiros alimentados com bagaço de caju. *Arch. zootec.* 2011; 60 (231): 777-86.
27. Camelo LCL, Lana GRQ, Santos MJB, Camelo YARP, Marinho AL, Rabello CBV. Inclusão de farelo de goiaba na dieta de codornas europeias. *Cienc. anim. bras.* 2015; 16 (3): 343-49.
28. Packer GV, Melo PS, Bergamaschi KB, Selani MM, Villanueva NDM, Alencar SM, Contreras-Castillo, CJ. Chemical characterization, antioxidant activity and application of beetroot and guava residue extracts on the preservation of cooked chicken meat. *J. Food Sci. Technol.* 2015; 52 (11): 7409-16.
29. Mantovani JR, Corrêa MCM, Cruz MCP, Ferreira ME, Natale W. Uso fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiabas. *Rev. Bras. Frutic.* 2004; 26 (2): 339-42.
30. Matias MFO, Oliveira EL, Gertrudes E, Magalhães MMA. Use of fibres obtained from the cashew (*Anacardium occidentale, L*) and guava (*Psidium guayava*) fruits for enrichment of food products. *Braz. arch. biol. technol.* 2005; 48: 143-50.
31. El-Deek AA, Asar MA, Hamdy SM, Abdalla AA. Utilization of guava by products in broiler finisher diets. *Egypt. Poult. Sci.* 2009; 29 (1): 53-75.
32. Togashi CK, Fonseca JB, Soares RTRN, Gaspar A, Detmann E. Composição em ácidos graxos dos tecidos de frangos de corte alimentados com subprodutos de maracujá. *R. Bras. Zootec.* 2007; 36 (6): 2063-68.
33. Santos CX. Caracterização físico-química e análise da composição química da semente de goiaba oriunda de resíduos agroindustriais. [Dissertação]. Itapetinga: Universidade

Estadual do Sudoeste da Bahia; 2011. [Acesso 21 jul 2017]. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/CRISTINA-XAVIER.pdf>.

34. Malacrida CR, Jorge N. Fatty acid and some antioxidant compounds of *Psidium guajava* seed oil. *Acta aliment.* 2013; 42 (3): 371-78.

35. Parra RGC, Duailibi SR. Uso de alimentos funcionais: os principais e as quantidades necessárias para se obter o apelo de saudabilidade. In: TORRES EAFS, editor. Alimentos do milênio: importância dos transgênicos, funcionais e fitoterápicos para a saúde. São Paulo: Signus; 2004. p. 1-14.

36. Sgarbieri VC, Pacheco MTB. Revisão: Alimentos Funcionais Fisiológicos. *Braz. J. Food Technol.* 1999; 2 (1,2): 7-19.

37. Anjo DFC. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. *J. Vasc. Br.* 2004; 3(2):145-54.

38. Extratos Vegetais. *Revista Fib.* 2010; (11): 16-20.

39. Sousa MSB, Vieira LM, Silva MJM, Lima A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. *Ciênc. agrotec.* 2011; 35 (3): 554-59.

40. Ruberto G, Renda A, Daquino C, Amico V, Spatafora C, Tringali C, Tommasi N. Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from five Sicilian red grape cultivars. *Food chem.* 2007; 100 (1): 203-10.

41. Rockenbach II, Silva GL, Rodrigues E, Kuskoski EM, Fett R. Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) variedades Tannat e Ancelota. 2008; 28 (supl.): 238-44.

42. Surai PF. Natural antioxidants in poultry nutrition: new developments. In: 16th European Symposium on Poultry Nutrition. "Local desconhecido". 2007. [Acesso em 25 jul 2017]. Disponível em: [file:///C:/Users/Usurio/Downloads/1_Europ_Strasbourg_Symposium%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usurio/Downloads/1_Europ_Strasbourg_Symposium%20(1).pdf).

43. Fontina AA, Fisinin VI, Surai PF. Recent developments in usage of natural antioxidants to improve chicken meat production and quality. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2013; 19 (5): 889-96.

44. Halliwell B. Establishing the significance and optimal intake of dietary antioxidants: The biomarker concept. *Nutrition Reviews.* 1999; 57 (4): 104-13.

45. Gray JI, Gomaa EA, Buckey DJ. Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat sci.* 1996; 43 (Supplement 1): 111-23.

46. Languerre M, Lecomte J, Villeneuve P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: existing methods, new trends and challenges. *Prog. Lipid. res.* 2007; 46 (5): 244-82.
47. Allen E, Foegeding EA. Some lipid characteristics and interactions with muscle foods: a review. *Food techol.* 1981; 35 (5): 253-57.
48. Nelson DL, Cox MM. *Lehninger princípios da bioquímica*. 4 ed. São Paulo: Sarvier; 2006. 1202p.
49. Lobato JFP, Freitas AK. Carne bovina: mitos e verdade. In: José Mauro Cachapuz; Ricardo Avancini Trois. *Pecuária competitiva*. 2006; 14: 93-115.
50. Wagner BA, Buettner Gr, Burs Cp. Free radical-mediated lipid peroxidation in cells: oxidizability is a function of cell lipid bis-allylic hydrogen content. *Biochem.* 1994; 33 (15): 4449-53.
51. Silva FAM, Borges MFM, Ferreira MA. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Quím. Nova.* 1999; 22 (1): 94-103.
52. Halliwell B, Murcia MA, Chirico S, Aruoma OI. Free radicals and antioxidants in food and in vivo: What they do and how they work. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1995; 35 (1-2): 7-20.
53. Wsowicz E, Gramza A, Hêoe M, Jelen HH, Korczak J, Maecka M, Mildner-Szkudlarz S, Rudzińska M, Samotyja U, Zawirska-Wojtasiak R. Oxidation of lipids in food. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2004; 13/54 (Suplem 1): 87-100.
54. Araújo JMA. *Química de Alimentos: teoria e prática*. 3ed. Viçosa, UFV, 2004. 478p.
55. Sevanian A, Hochstein P. Mechanisms and consequences of lipid peroxidation in biological systems. *Ann. Rev. Nutr.* 1985; 5: 365-90.
56. Kus MMM, Aued-Pimentel S, Mancini-Filho. Estabilidade dos ácidos graxos poli-insaturados presentes em fórmulas infantis comerciais. *Braz. J. Food Technol.* 2011; 14 (2): 145-53.
57. Kahl R, Hildebrandt AG. Methodology for studying antioxidant activity and mechanisms of action of antioxidants. *Food Chem. Toxicol.* 1986; 24 (10/11): 1007-14.
58. Horton JE. Free radicals and lipid peroxidation mediated injury in burn trauma: the role of antioxidant therapy. *Toxicology.* 2003; 189 (1/2): 75-88.
59. Ramalho CV, Jorge N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Quím. Nova.* 2006; 29 (4): 755-60.

60. Maduko CO, Park YW, Akoh CC. Characterization and oxidative stability of structured lipids: infant milk fat analog. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 2008; 85 (3): 197-04.
61. Mariutti LRB, Bragagnolo N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. *Rev. Inst. Adolfo Lutz.* 2009; 68 (1): 1-11.
62. Morrissey PA, Sheehy PJA, Galvin K, Kerry JP, Buckley DJ. Lipid stability in meat and meat products. *Meat sci.* 1998; 49 (1): 73-86.
63. Min B, Ahn DU. Mechanism of Lipid Peroxidation in Meat and Meat Products -A Review. *Food Sci. Biotechnol.* 2005; 14 (1): 152-163.
64. Decker E, Crum AD, Shantha NC, Morrissey PA. Catalysis of lipid oxidation by iron from an insoluble fraction of beef diaphragm muscle. *J. Food Sci.* 1993; 58 (2): 233-36.
65. Halliwell B, Gutteridge JMC. The definition and measurement of antioxidants in biological systems. *Free radic. Boil. Med.* 1995; 18 (1): 125-26.
66. Oliveira MS, Dors GC, Souza-Soares LA, Badiale-Furlong E. Atividade antioxidante e antifúngica de extratos vegetais. *Alim. Nutr.* 2007; 18 (3): 267-75.
67. Adegoke GO, Vijay K, Gopalakrishna AG, Varadaraj MC, Sambaiah K, Lokesh BR. Antioxidants and lipid oxidation in food-a critical appraisal. *J. food sci. technol.* 1998; 35 (4): 283-98.
68. Antioxidantes. *Revista Fib.* 2016; (36): 31-47.
69. Frankel EN. Lipid oxidation. *Prog. Lipid. Res.* 1980; 19 (1): 1-22.
70. Cerqueira FM, Medeiros MG, Augusto O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. *Quím. Nova.* 2007; 30 (2): 441-49.
71. Shebis Y, Iluz D, Kinel-Tahan Y, Dubinsky Z, Yehoshua Y. Natural Antioxidants: Function and Sources. *Food Nutr. Sci.* 2013; 4: 643-49.
72. Vasconcellos RS. A segurança do uso de antioxidantes sintéticos em pet food. *Ver. Pet Food Brasil.* 2011; 16: 16.
73. Leão LL, Oliveira FS, Souza RS, Farias PKS, Fonseca FSA, Martins ER, Souza RM. Uso de antioxidantes naturais em carnes e seus subprodutos. *Cad. Ciênc. Agra.* 2017; 9 (1): 94-100.
74. Ukrainets AI, Pasichniy VM, Zheludenko YV. Antioxidant plant extracts in the meat processing industry. *Biotechnologia Acta.* 2016; 9 (2): 19-27.

75. Os antioxidantes. Revista FIB. 2009; (6): 16-30.
76. Pereira ALF, Vidal TF, Constant PBL. Dietary antioxidants: chemical and biological importance. Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. = J. Brazilian Soc. Food Nutr. 2009; 34 (3): 231-47.
77. Araújo WAG, Rostagno HS, Albino LFT, Albino LFT, Carvalho TA, Birro T. Vitamina E na nutrição animal. Ver. Eletron, Nutritime. 2010; 7 (4): 1292-303.
78. Couto MA, Canniatti-Brazaca SG. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2010; 30 (Supl.1): 15-19.
79. Djenane D, Martinez L, Sanchez-Escalante A, Beltran JÁ, Roncales P. Antioxidant effect of carnosine and carnitine in fresh beef steaks stored under modified atmosphere. Food Chem. 2004; 85 (3): 453-59.
80. Carocho M, Ferreira IC. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. Food Chem. Toxicol. 2013; 51: 15-25.
81. Brewer MS. Natural antioxidants: source, compounds, mechanisms of action, and potential applications. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2011; 10 (4): 221-47.
82. Rey AI, Segura J, Oliveira A, Cerisuelo A, Piñeiro C, López-Bote CJ. Effect of micellized natural (D- α -tocopherol) vs. synthetic (DL- α -tocopheryl acetate) vitamin E supplementation given to turkeys on oxidative status and breast meat quality characteristics. Poult. Sci. 2015; 94 (6): 1259-269.
83. Cheng K, Niu Y, Zheng XC, Zhang H, Chen YP, Zhang M, Huang XX, Zhang LL, Zhou YM, Wang T. A comparison of natural (D- α -tocopherol) and synthetic (DL- α -tocopherol acetate) vitamin E supplementation on the growth performance, meat quality and oxidative status of broilers. Asian-Australas J. anim. Sci. 2016; 29 (5): 681-88.
84. Silva MLC, Costa RS, Santana AS, Koblitiz MGB. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. Semin., Ciênc. Agrár. 2010; 31 (3): 669-82.
85. Lee SJ, Umano K, Shibamoto T, Lee KG. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. Food chem. 2005; 91 (1): 131-37.
86. Soares SE. Ácidos fenólicos como antioxidantes Phenolic acids as antioxidants. Rev. Nutr. 2002; 15 (1): 71-81.
87. Molnár-Perl I, Füzfa Z. Chromatographic, capillary electrophoretic and capillary electrochromatographic techniques in the analysis of flavonoids. J. Chromatogr A. 2005; 1073 (1-2): 201-27.

88. Paiva SR, Heringer AP, Figueiredo MR, Kaplan AC. Taninos condensados de espécies de Plumbaginaceae. *Floresta Ambient.* 2002; 9 (1): 153-57.
89. Reed JD. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *J. Anim. Sci.* 1995; 73 (5): 1516-28.
90. Procházková D, Bousová I, Wilhelmová N. Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. *Fitoterapia.* 2011; 82 (4): 513-23.
91. Bertolin TE, Centenaro A, Giacomelli B, Giacomelli F, Coalla LM, Rodrigues VM. Antioxidantes naturais na prevenção da oxidação lipídica em charque de carne ovina. *Braz. J. Food Technol.* 2010, 13 (2): 83-90.
92. Rosa CS, Kubota E, Stein M, Nogara GP, Vizzoto M. Avaliação do efeito de extrato de farinha de alfarroba (*Ceratonia siliqua* L.) na estabilidade oxidativa e cor de hambúrgueres congelados. *Semin., Ciênc. Agrár.* 2013; 34 (5): 93-98.
93. Veeck APL, Klein B, Ruviaro AR, Quatrin A, Ferreira LF, Daniel AP, Piccolo J, Oliveira MS, Mallmann CA, Heinzmann BM, Emanuelli T. Estabilidade lipídica de filés de carpa húngara congelados tratados com extratos de *Lippia Alba*. *Cienc. Rural.* 2015; 45 (6): 1113-119.
94. Peiretti PG, Gai F, Brugiapaglia A, Mussa PP, Meineri G. Fresh meat quality of pigs fed diets with different fatty acid profiles and supplemented with red wine solids. *Food Sci. Technol.* 2015; 35 (4): 633-42.
95. Mokhtar SM, Youssef KM, Morsy NE. The effects of natural antioxidants on colour, lipid stability and sensory evaluation of fresh beef patties stored at 4°C. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies.* 2014; 20 (3): 282-92.
96. Pires MA, Munekata PES, Villanueva NDM, Tonin FG, Baldin JC, Rocha YJP, Carvalho LT, Rodrigues I, Trindade MA. The Antioxidant capacity of rosemary and green tea extracts to replace the carcinogenic antioxidant (BHA) in chicken burgers. *J. food qual.* 2017; 1-6.
97. Shirahigue LD. Caracterização química de extratos de semente e casca de uva e seus efeitos antioxidante sobre carne de frango processada e armazenada sob refrigeração. [Dissertação]. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior “Luiz de Queiroz”; 2008. [Acesso 30 jul 2017]. Disponível em: [file:///C:/Users/Usurio/Downloads/ligianne%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usurio/Downloads/ligianne%20(2).pdf).
98. Oliveira MD. Efeito antioxidante do subproduto da goiaba na dieta de frangos sobre o desempenho e qualidade de carne. [Dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia; 2015. [Acesso 30 jul 2017]. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5405>.

99. Oliveira HD. Extrato do resíduo do processamento da goiaba na alimentação de codornas japonesas. [Dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia; 2016 [Acesso 30 jul 2017]. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5799>.

CAPÍTULO 2 – OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO PADRONIZADO DE RESÍDUO DE GOIABA

RESUMO: Objetivou-se com esse trabalho realizar a caracterização do material vegetal, caracterização físico-química e atividade antioxidante do extrato líquido de resíduo de goiaba. Os resíduos foram cedidos pela empresa Predilecta Alimentos®, foram avaliadas em triplicata, as características físicas, nutricionais e químicas do material vegetal e do extrato líquido de resíduo de goiaba, no Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Goiás - UFG. O material vegetal do resíduo de goiaba apresentou 5,76 % (m/m) de cinzas totais e 3,22% (m/m) de cinzas insolúveis em ácido, 80% das partículas entre 355 µm e 710 µm, sendo caracterizado como pó moderadamente grosso e índice de intumescência de 2,6 mL (62,85%). O extrato líquido apresentou um teor de fenóis totais de 0,166 mg/mL, flavonoides de 5,97% e taninos totais de 0,315 mg/mL. Com relação à atividade antioxidante o valor de IC₅₀ do extrato líquido de resíduo de goiaba foi de 21,7 µg/mL pelo método de DPPH, e $1,6 \times 10^7$ µM Fe₂SO₄/g de amostra pelo método FRAP. O extrato líquido apresentou 96,3 % teor de umidade, 2,6% de proteínas, 3,0 % de lipídios e 12 ácidos graxos, sendo que os ácidos linoléico (81,29 mg/100 g), palmítico (68,50 mg/100 g), oléico (24,55 mg/100 g), linolênico (15,88 mg/100 g) e esteárico (12,77 mg/100 g) em maior quantidade. O extrato líquido de resíduo de goiaba contém substâncias bioativas, com potencial atividade antioxidante pelo método DPPH e FRAP.

Palavras-chave: atividade antioxidante, compostos fenólicos, *Psidium guajava* L

CHAPTER 2 - OBTAINING AND CHARACTERIZING THE STANDARDIZED EXTRACT OF GUAVA RESIDUE

ABSTRACT: The objective of this work was to characterize the plant material, physical-chemical characterization and antioxidant activity of the guava residue liquid extract. The residues were supplied by Predilecta Alimentos ®, the physical, nutritional and chemical characteristics of the plant material and the guava residue liquid extract were evaluated in triplicate, at the Natural Products Research Laboratory of the Faculty of Pharmacy of the Federal University of Goiás - UFG. Guava residue organic sample showed 5.76% (m/m) of total ash and 3.22% (m/m) of acid insoluble ash, 80% of particles between 355 µm and 710 µm, for that, considered moderately thick powder and intumescence rate of 2.6 mL (62.85%). Liquid extract had a total phenol content of 0.166 mg/mL, flavonoids of 5.97% and total tannins of 0.315 mg/mL. Regarding antioxidant activity, the IC₅₀ value of guava residue liquid extract was 21.7 µg/mL by DPPH method, and 1.6×10^7 µM Fe₂SO₄/g from sample by FRAP method. The extract presented 96.3% moisture, 2.6% protein, 3.0% lipids and 12 fatty acids, with linoleic acid (81.29 mg/100 g), palmitic acid (68.50 mg/100 g), oleic (24.55 mg/100 g), linolenic (15.88 mg/100 g) and stearic (12.77 mg/100 g) in greater quantity. The extract liquid of guava residue contains bioactive substances, with potential antioxidant activity by DPPH and FRAP method.

Key words: antioxidant activity, phenolic compounds, *Psidium guajava* L

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa lugar de destaque no cenário mundial de produção de frutas, ficando atrás apenas da China e da Índia¹. O total produzido supera os 40,0 milhões de toneladas/ano, sendo que, 53% são destinadas as indústrias de beneficiamento, transformando-as em sucos, polpas, néctares, geleias e doces².

Calcula-se que no setor agroindustrial de frutas sejam produzidos cerca de 30 a 40% de resíduos sólidos que na maioria das vezes, por não existir um mercado definido são descartados em locais impróprios, contribuindo com a contaminação do meio ambiente^{3,4}.

Entre os resíduos gerados pelas agroindústrias brasileiras de frutas, têm-se os de goiaba. A produção de goiaba no Brasil atende tanto o mercado de consumo da fruta *in natura*, como também as agroindústrias, para a produção de novos produtos como sucos, polpas, geleias e doces. Do processo de industrialização da goiaba são gerados resíduos compostos principalmente por sementes e polpa, correspondendo de 10 a 15% da massa total do fruto⁵, que por não existir destino adequado são descartados⁶. Sendo essa uma preocupação com a contaminação ambiental, como também de desperdício de nutrientes.

Pesquisas realizadas com resíduos de goiaba demonstraram a presença de proteínas, lipídios, ácidos graxos, vitaminas, além de compostos bioativos, como os compostos fenólicos, com atividades antimicrobianas e antioxidantes^{7,8,9,10,11}. Essas características são indícios de que esses subprodutos poderiam ser aproveitados em indústrias farmacêuticas, cosméticas e alimentícias, tanto humana como animal, o que agregaria valor e interesse econômico a essas matérias primas. Contudo, para que os resíduos possam ser utilizados em outros segmentos, é importante que haja uma investigação científica e tecnológica dos seus diversos compostos a fim de assegurar a qualidade dos produtos gerados a partir deles, para que possam ser utilizados de forma segura.

Produtos oriundos de matérias-primas vegetais podem ser utilizados como produto bruto ou na forma de extrato em pó ou líquido. Como extrato, os compostos bioativos ficam mais concentrados, para tanto, são utilizados solventes para que haja a separação de compostos específicos de um meio complexo, e a concentração, por eliminação mais ou menos do solvente¹².

O conhecimento das características e composição dos resíduos e seus extratos são de extrema importância para que os mesmos possam ser adequadamente aproveitados, pois a regularidade da qualidade de produtos obtidos a partir de matéria-prima natural, como plantas e frutas, está intimamente relacionada com fatores que podem interferir na sua composição.

Entre esses fatores destacam-se os ambientais inerentes ao desenvolvimento da planta, como solo e clima, o método de extração e de identificação dos compostos¹³.

Nesse sentido, a identificação das principais substâncias presentes em determinado extrato vegetal, que são os principais responsáveis pela sua atividade biológica, permite com que haja o acompanhamento da qualidade e padronização desses produtos.

Diante da elevada taxa de produção de resíduos de goiaba, e do seu elevado valor biológico, objetivou-se avaliar as características do material vegetal (pó do resíduo), característica química e atividade antioxidante do extrato obtido a partir de resíduos de goiaba, para que esta pesquisa sirva de subsidio para posterior estudo com a utilização do extrato na alimentação animal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção e processamento do resíduo de goiaba

Os resíduos agroindustriais de goiaba utilizados neste estudo foram cedidos pela indústria Predilecta Alimentos®, localizada em Matão-SP. Os resíduos eram compostos principalmente por sementes e restos de polpa, sendo secos em estufa com circulação de ar a 40 °C, por um período de 72 horas. Em seguida, o material foi moído em moinho de facas, resultando em um pó do material vegetal (FIGURA 1) que foi acondicionado em sacos plásticos e armazenado em temperatura ambiente ao abrigo da luz.

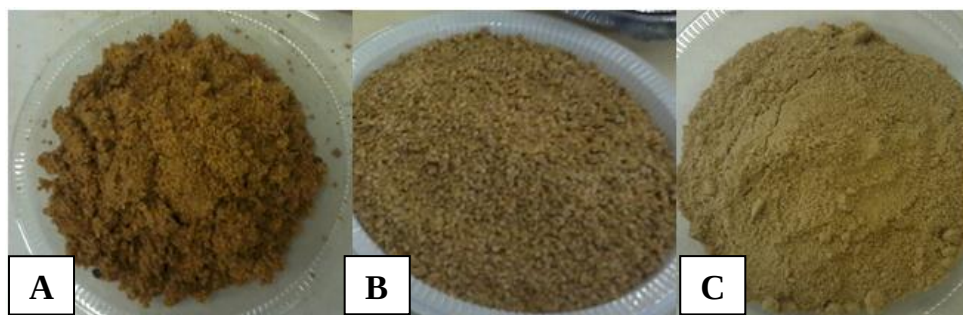


FIGURA 1 – Resíduo agroindustrial da goiaba *in natura* (A), seco (B) e moído (C).

2.2. Caracterização do pó do material vegetal

A caracterização do material vegetal foi realizada no Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Goiás - UFG. Foi determinado o teor de cinzas totais e insolúveis em ácido, a distribuição granulométrica e o índice de intumescência. Todas as análises foram realizadas de acordo com a metodologia descrita na Farmacopéia Brasileira (BRASIL)¹⁴, em triplicata.

2.2.1. Determinação do teor de cinzas totais

Para a determinação de cinzas totais, foram pesados 3 g de amostra do material vegetal em pó e transferida para um cadinho, previamente calcinado. A amostra foi uniformemente distribuída no cadinho e incinerada a temperatura de 450 °C durante 4h,

posteriormente, foi resfriada em dessecador e novamente pesada. A porcentagem de cinzas totais foi calculada em relação à amostra seca ao ar, conforme fórmula abaixo:

$$\text{Teor de cinzas totais (\%)} = 100 \times N/P$$

Em que:

N – massa de cinzas totais da amostra em gramas;

P – massa da amostra em gramas.

2.2.2. Determinação do teor de cinzas insolúveis em ácido

Para a determinação do teor de cinzas insolúveis em ácido, o resíduo obtido na determinação de cinzas totais foi fervido durante 5 minutos com 25 mL de ácido clorídrico a 7% (m/v) em cadinho coberto com vidro de relógio. O vidro de relógio foi lavado com 5 mL de água quente, juntando a água de lavagem ao cadinho. O papel de filtro contendo o resíduo foi lavado com água quente até o filtrado tornar-se neutro.

O papel de filtro contendo o resíduo foi transferido para o cadinho original, e aquecido sobre chapa quente para secagem do resíduo, posteriormente, foi transferido para a mufla, e incinerada a 500 °C, por um período de 4 horas, o cadinho foi resfriado em dessecador e pesado. A porcentagem de cinzas insolúveis em ácido foi calculada em relação à amostra inicial, conforme fórmula abaixo:

$$\text{Teor de cinzas insolúveis em ácido (\%)} = 100 \times RI/N$$

Em que:

RI – massa de cinzas insolúveis obtido após incineração;

N – massa de cinzas totais da amostra em gramas.

2.2.3. Determinação da distribuição granulométrica

Para a determinação da distribuição granulométrica, 25 g de amostra do material vegetal em pó foram transferidos para um grupo de tamises em aço inox, previamente pesados, com abertura de malhas 710, 355, 250, 180 e 125 µm. Os tamises foram submetidos a vibrações em velocidade padronizada nível 5 durante 15 min tamisador vibratório (Bertel®). Posteriormente, a amostra retida em cada um dos tamises, foi pesada separadamente. O

percentual de pó em relação a cada tamis foi calculado e o pó foi classificado de acordo com os parâmetros da Farmacopeia Brasileira 5ª edição (BRASIL)¹⁴. Os resultados foram expressos em % (m/m) das médias.

2.2.4. Determinação do Índice de Intumescência

Em uma proveta de 25 mL foram colocados 2 g do material vegetal em pó, posteriormente, foram adicionados 25 mL de água destilada e agitada a cada 10 min por uma hora. A mistura ficou em repouso por um período de 3 horas em temperatura ambiente, em seguida foi medido o volume final ocupado pelo material vegetal. O índice de intumescência foi obtido de acordo com a fórmula:

$$\text{Índice de intumescência} = V2 - V1$$

Em que:

V1 = volume inicial do pó

V2= volume final do pó

2.3. Obtenção e caracterização do extrato

O extrato foi obtido por meio de percolação do material vegetal em pó, utilizando como solvente álcool a 50% (v/v). Em um percolador contendo papel filtro e algodão, foram adicionados 2 kg de material vegetal e 10 L do solvente, o material foi submetido a 24 horas de maceração (fase em que ficou em repouso).

Posteriormente, iniciou-se a percolação, o gotejamento foi intenso até o esgotamento do solvente, com o cuidado de não deixar o pó sem o solvente, para não haver ressecamento do pó, para tanto, seguiu-se 10 viragens do líquido recolhido no pó que estava sendo percolado, de acordo com o método descrito no Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira (BRASIL)¹⁵ com adaptações.

Após processo de percolação, o extrato foi concentrado por meio de fluxo de ar em temperatura ambiente, até a completa evaporação do solvente. O extrato foi armazenado a - 20 °C, para posterior análise de determinação de fenóis totais, flavonóides, taninos totais, atividade antioxidante no Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais da Faculdade de

Farmácia da UFG, composição centesimal e perfil de ácidos graxos no Laboratório de Físico-Química do Centro de Pesquisa em Alimentos da UFG.

2.3.1. Determinação do teor de fenóis totais

A determinação dos compostos fenólicos totais presentes no extrato líquido de resíduo de goiaba foi realizado de acordo com metodologia descrita por Hagerman e Butler¹⁶ adaptado por Waterman e Mole¹⁷. Nesse método a reação de complexação do cloreto férrico com fenóis produz coloração que pode ser medida a 510 nm.

Alíquota de 1 mL do extrato líquido de resíduo de goiaba foi transferido para um balão volumétrico de 10 mL e o volume completado com água destilada. Em um tubo de ensaio foram acrescentados 2 mL de solução de laurilsulfato de sódio/trietanolamina, 1 mL da solução de cloreto férrico e 1mL do extrato diluído, esta solução permaneceu em repouso por 15 minutos. Posteriormente, a leitura da amostra foi realizada em espectrofotômetro a 510 nm. O “branco” foi preparado com 2 mL de laurilsulfato de sódio/trietanolamina, 1 mL da solução de cloreto férrico e 1mL de água destilada.

A curva padrão foi preparada com ácido tânico nas seguintes diluições: 0,10; 0,15; 0,20; 0,25 e 0,30 mg/mL. Sendo cada ponto da curva preparado em triplicata. A partir da equação obtida da curva padrão, foi calculada a concentração (mg/mL) de fenóis totais no extrato a partir das seguintes fórmulas.

$$C = \frac{ABS - A}{B}$$

$$FT (\%) = \frac{C \times V \times 10^{-3} \times}{m (g)}$$

Em que:

A= Coeficiente linear

ABS= Absorbância

B= Coeficiente angular

C= Concentração de ácido tânico em mg/mL

V=Volume do frasco utilizado no preparo do extrato

FT= Teor de fenóis totais

2.3.2. Determinação do teor de flavonoides

A determinação dos teores de flavonoides totais foi realizada como equivalentes de rutina (3-O-rutinosídeo-quercetina), seguindo metodologia proposta por Rolim et al.¹⁸,

adaptado. A técnica é baseada na capacidade dos flavonoides absorverem radiação eletromagnética na faixa do Ultra Violeta (UV), no comprimento de onda de 361 nm.

A determinação do teor de flavonoides foi realizada adicionando-se em tubo de ensaio 1.400 µL da solução de metanol: ácido acético 0,02 M (99:1 v/v), mais 600 µL do extrato, posteriormente foi efetuada a leitura a 361 nm.

Para o preparo da curva padrão, amostra de 10 mg de rutina foi solubilizada em balão volumétrico de 100 mL com solução de metanol: ácido acético 0,02 M (99:1 v/v). Em seguida, foram transferidas alíquotas para tubos de ensaio e o volume completado para 2 mL com solução de metanol: ácido acético. Após essa solução ser homogeneizada em agitador foi realizada a leitura da absorbância a 361 nm.

A solução branco foi constituída por 2 mL de metanol : ácido acético a 0,02 M (99:1 v/v). Todo o ensaio foi realizado em triplicata. A porcentagem de flavonoides totais foi calculada utilizando a seguinte equação:

$$\% \text{Flavonoides} = \frac{(C * FD * 100)}{m}$$

Em que:

C - concentração da amostra (mg/mL) de acordo com a curva padrão

FD - fator de diluição

M – massa (g)

2.3.3. Determinação do teor de taninos totais

A determinação do teor de taninos totais foi realizado por precipitação de proteínas presentes no extrato líquido de resíduo de goiaba de acordo com metodologia descrita por Waterman e Mole¹⁷.

Foi transferido 1 mL do extrato líquido de resíduo de goiaba para um balão volumétrico de 10 mL e o volume completado com água destilada. 1 mL do extrato diluído foi transferido para um tubo de ensaio contendo 2 mL de solução de albumina bovina sérica, preparada em solução tampão de acetato 0,2 M com pH = 4,9, contendo cloreto de sódio 0,17 M.

A amostra ficou em repouso por um período de 15 minutos, posteriormente, foi centrifugada a 3000 r.p.m. por 15 minutos, em seguida, o sobrenadante foi desprezado e o precipitado dissolvido com 4 mL de solução lauril sulfato de sódio/trietanolamina e 1 mL da

solução de cloreto férrico. Após 15 minutos de repouso foi realizada a leitura da absorbância a 510 nm. O “branco” foi preparado com a seguinte composição: 4 mL de Lauril Sulfato de Sódio/Trietanolamina e 1 ml da solução de cloreto férrico.

A curva padrão foi preparada com ácido tânico nas seguintes diluições: 0,10; 0,15; 0,20; 0,25 e 0,30 mg/mL. Sendo cada ponto da curva preparado em triplicata. A partir da equação obtida da curva padrão, foi calculada a concentração (mg/mL) de taninos totais no extrato utilizando as mesmas fórmulas de determinação de fenóis totais.

2.3.4. Determinação da atividade antioxidante

2.3.4.1. Atividade antioxidante pelo método de DPPH

A determinação da atividade antioxidante por meio da avaliação da capacidade sequestradora do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), foi realizada de acordo com metodologia proposta por Brand-Williams et al.¹⁹, com modificações de Sánchez-Moreno et al.²⁰. O método é baseado na captura do radical DPPH por antioxidantes, o que desencadeia decréscimo da absorbância a 515 nm.

Primeiramente foi preparada a solução controle, em um balão de 100 mL foram adicionados 40 mL de metanol 50%, 40 mL de acetona 70% e água destilada até completar o volume de 100 mL, obtendo uma relação (4:4:2 v/v). A solução de DPPH foi preparada utilizando 2,4 mg desse radical, que foi transferido para um balão volumétrico de 100 mL e o volume completado com metanol, resultando em uma concentração de 0,06 mM.

A curva para a determinação da concentração do extrato capaz de inibir 50% dos radicais DPPH (IC₅₀) foi obtido da seguinte forma: em ambiente escuro foi transferido alíquotas de 20 µL, 40 µL, 60 µL, 80 µL e 100 µL do extrato para tubos de ensaio contendo 3,9 mL de solução de DPPH 0,06 mM. Todos os tubos foram completados para 4 mL com metanol e homogeneizado. Após 30 min em repouso, a leitura foi realizada em espectrofotômetro em absorbância a 515 nm, o metanol foi utilizado como “branco”, para calibrar o espectrofotômetro. A Análise foi realizada em triplicata. A partir do extrato foram preparadas cinco diluições e uma curva de absorbância em função da concentração foi construída para o cálculo e, assim, obtido o IC₅₀. Como controle positivo foi utilizado uma solução de quercetina.

2.3.4.2. Atividade antioxidante pelo método de redução do ferro - FRAP

A determinação da atividade antioxidante, por meio da redução do ferro - FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), foi realizada de acordo com metodologia descrita por Rufino et al.²¹. Este método é baseado na capacidade que os antioxidantes da amostra têm, de reduzir ferro Fe^{3+} em Fe^{2+} em meio ácido (pH: 3,6). O reagente FRAP foi preparado no momento da análise, a partir da combinação de 25 mL de tampão acetato (0,3 M, pH 3,6), 2,5 mL de uma solução de TPTZ (2,4,6- tripiridil -s- triazina) (10 mM) e 2,5 mL de uma solução aquosa de cloreto férrico (20 mM).

Em triplicata foram preparadas cinco diluições a partir do extrato diluído em metanol, (50 μL , 100 μL , 150 μL , 200 μL , 250 μL), em ambiente escuro, foram transferidas alíquotas de 90 μL de cada diluição do extrato para tubos de ensaio, foram acrescentados 270 μL de água destilada e 2,7 mL de reagente FRAP, em seguida, a mistura foi homogeneizada em agitador de tubos, permaneceu em banho-maria a 37 °C e após 30 minutos, foi realizada a leitura a 595 nm. O reagente FRAP foi utilizado como branco para calibrar o espectrofotômetro.

2.3.5. Composição centesimal

Para a determinação do teor de umidade do extrato foi utilizada uma balança semi-analítica com elemento de aquecimento halógeno (Marca: Ohaus®, modelo MB35). Cerca de 1g do extrato foi colocado na balança, à mostra foi submetida a aquecimento até 105 °C. O teor de voláteis foi determinado pelo valor em porcentagem de acordo com o visor da balança¹⁹.

Para a realização das análises de proteína bruta e extrato etéreo o extrato foi liofilizado. A fração de proteína foi determinada pelo método de “Kjeldahl”, que consiste na digestão, destilação e posterior titulação, para a determinação da porcentagem total de nitrogênio. O extrato etéreo foi determinado utilizando o método de “Soxhlet” (gravimétrico), baseando-se na quantidade do material solubilizado por solvente de acordo com metodologia descrita por Silva e Queiroz²².

2.3.6. Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos do extrato foi realizado no Laboratório de Físico-Química do Centro de Pesquisa em Alimentos da UFG. Primeiramente foi realizada a extração dos lipídeos totais utilizando metodologia proposta por Bligh e Dyer²³. Posteriormente os lipídeos foram submetidos ao processo de transesterificação para a preparação dos ésteres metílicos de ácidos graxos conforme Hartman e Lago²⁴.

Os ésteres de ácidos graxos foram analisados em Cromatógrafo gasoso (Focus GC Thermo). No Momento da injeção das amostras, a temperatura do injetor esteve em 250 °C e o detector de ionização de chamas a 270 °C. A temperatura inicial do forno foi de 100°C durante 10 minutos e programada para elevar-se 3°C por minuto até atingir 240°C, tendo permanecido estável por 30 min. O gás nitrogênio, hidrogênio e ar sintético foram utilizados pelo detector de ionização em chamas, nas proporções 30:30:300 mL/min, respectivamente. O Hidrogênio além de ser utilizado pelo detector de ionização em chamas é o gás de arraste e o fluxo é de 1,2 mL/min. A coluna utilizada foi a Rt®-2560, 100 m, 0.25 mm ID e 0.20 µm. A amostra foi injetada a um volume de 1 µL, por meio de um injetor automático. Os ésteres então foram separados em um tempo de 86 min e registrados no computador e as áreas integradas com o auxílio do software CHROMQUEST 4.1. A metodologia utilizada para a realização das análises foi de Joseph e Ackman²⁵. A identificação dos picos foi realizada pela comparação dos tempos de retenção e da área dos picos das amostras com os padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos, por co-cromatografia e tempo de retenção relativo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização do material vegetal

3.1.1. Determinação dos teores de cinzas totais e insolúveis em ácido

O pó do material vegetal do resíduo de goiaba apresentou 5,76 % (m/m) de cinzas totais e 3,22% (m/m) de cinzas insolúveis em ácido. O teor de cinzas é um indicador da quantidade de resíduo inorgânico, como sais minerais, após a queima da matéria orgânica, sem resíduo de carvão. Alto teor de cinzas totais pode estar relacionado com impurezas inorgânicas não voláteis presentes como contaminantes²⁶. As cinzas insolúveis em ácido clorídrico são indicativos da presença de sílica (areia ou terra)²⁷.

Em estudos com sementes de resíduo de goiaba, Santos²⁸ encontrou 1,364% de cinzas totais. Já Silva et al.²⁹ encontraram em resíduos de goiaba 2,65% de cinzas totais. Muniz³⁰ encontrou 3,01% de cinzas totais em resíduo de goiaba. Com base nos resultados observados na literatura, percebe-se que existe variação entre os teores de cinzas em resíduos de goiaba.

Não foi encontrado na literatura e em documentos oficiais padrão estabelecido para resíduo agroindustrial de goiaba. Em virtude do material utilizado, consistir em resíduos agroindustriais que logo após o seu processamento são descartados em locais que podem favorecer a contaminação, sugere-se que o pó do resíduo de goiaba utilizado no presente estudo apresentou baixo teor de cinzas totais e insolúveis em ácido.

3.1.2. Determinação da distribuição granulométrica

No presente trabalho observou-se que o material vegetal do resíduo da goiaba apresentou 80% das partículas entre 355 μm a 710 μm , caracterizando-o como pó moderadamente grosso, de acordo com a Farmacopeia Brasileira 5ª edição (BRASIL)¹⁴. A determinação do tamanho das partículas do material vegetal em pó é considerada um importante parâmetro, uma vez que influencia diretamente a eficiência do processo de extração.

O pó moderadamente grosso é considerado o ideal, pois, de acordo com Chavan e Singhal³¹, partículas maiores podem interferir na permeabilidade do solvente extrator pela

redução da área de contato, tornando o processo menos eficiente. Já o pó fino pode formar canais preferenciais no percolador³².

3.1.3. Determinação do Índice de Intumescência

O índice de intumescência encontrado no pó do material vegetal foi de 2,6 mL. O índice intumescência está relacionado com a presença de gomas, mucilagens, pectina e hemicelulose no material vegetal, avalia o aumento do volume do material vegetal em contato com o solvente. Essa avaliação torna-se importante para o processo de extração, uma vez que, permite determinar o volume do solvente extrator e quantidade do pó que será adicionado ao percolador no momento do processo extrativo³³.

3.2. Obtenção e caracterização do extrato

O tempo do processo de percolação para obtenção do extrato líquido de resíduo de goiaba foi de 33 horas e o rendimento total foi de 6,04 L. Após a concentração do extrato para a retirada do solvente, o rendimento foi de aproximadamente 4,5 L.

3.2.1. Determinação do teor de fenóis totais

O teor de fenóis totais encontrados no extrato líquido de resíduo de goiaba foi de 0,166 mg/mL do extrato (0,45%). A presença de compostos fenólicos no extrato está diretamente relacionada com a sua capacidade antioxidante. Os compostos fenólicos atuam como antioxidantes sequestrando radicais livres formados durante o processo oxidativo, além da sua capacidade de quelar metais³⁴.

Nascimento et al.¹⁰ verificaram 0,514 mg/mL no extrato hidroetanólico de resíduo de goiaba. No extrato etanólico e aquoso de resíduo de goiaba, Melo et al.⁷ observaram a presença de 3,41 e 1,88 mg/g de compostos fenólicos totais respectivamente.

É importante considerar, que a grande variedade de fenóis totais em extrato de resíduos de goiaba encontrados na literatura está relacionado com os diversos fatores que podem interferir na concentração de compostos fenólicos, entre eles destacam-se os ambientais inerentes ao desenvolvimento da planta como solo e clima, a composição do resíduo, como proporção de semente, casca ou bagaço, o método de extração e de

identificação dos compostos¹³, o que dificulta a comparação entre resultados dos estudos publicados a respeito desse tipo de material.

3.2.2. Determinação do teor de flavonoides

Foi observado no extrato líquido de resíduo de goiaba um teor de flavonoide de 5,97%. Sousa et al.¹¹ observaram um teor de 1,06 µg/g de flavonoides totais no resíduo de goiaba, entretanto, os autores trabalharam com o material seco e moído. Já Araújo³⁵ verificou a presença de 234,66 mg/100 g (resultado expresso em equivalente de catequina) de flavonoides no resíduo de goiaba liofilizado.

Em resíduos de frutas como a acerola e mexerica, foi encontrado por Mendes et al.³⁶ um teor de 0,885 e 3,07 mg de flavonoides/100 g da amostra, respectivamente. Sousa et al.¹¹ verificaram no resíduo de abacaxi um teor de 0,90 µg/g flavonoides totais.

Entretanto, os dados dos teores de flavonoides descritos por diferentes autores são muito variáveis, é importante ressaltar que a comparação de resultados está relacionada com aspectos particulares de cada pesquisa, que inclui o tipo de metodologia e material utilizado, além da procedência da amostra.

3.2.3. Determinação do teor de taninos totais

Na determinação do teor de taninos totais no extrato líquido de resíduo de goiaba foi observado a presença de 0,315 mg/mL do extrato (0,85%). Não foi encontrado na literatura resultados para teor de taninos totais em extrato de resíduo de goiaba, entretanto, Silva³⁷ verificou a presença de 0,006 mg/g de taninos condensados no extrato hidroetanólico de resíduo de goiaba e 0,002 mg/g na fruta *in natura*.

O teor de taninos condensados em polpa de caju (*Anacardium othonianum*) avaliado por Rocha et al.³⁸ foi de 242 mg/100 g. Em resíduos de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Cam.) foi verificado por Costa et al.³⁹ a presença de 0,40 mg/100 g de taninos hidrolisáveis, sendo esse valor considerado baixo pelos autores. No entanto, no presente estudo foi avaliado o conteúdo de taninos totais.

Os taninos estão relacionados com a pigmentação e adstringência das frutas, em função da sua estrutura química é considerado um composto fenólico com propriedades antioxidantes⁴⁰. No entanto, são capazes de se complexarem com proteínas e inibir algumas

enzimas digestivas⁴¹, podendo influenciar negativamente a sua digestibilidade. Com isso, podem interferir negativamente na saúde e crescimento animal, portanto, a dose de extratos ou produtos com alta concentração de taninos deve ser sempre repensada.

O teor de tanino totais encontrado no presente trabalho não parece ser prejudicial à saúde animal. Garcia et al.⁴² utilizaram sorgo de alto tanino (1,8 g/kg de tanino) e sorgo de baixo tanino (0,49 g/kg de tanino) em rações para frangos e não verificaram alteração no desempenho dos animais.

3.2.4. Determinação da atividade antioxidante

3.2.4.1. Atividade antioxidante pelo sequestro de radicais livres - DPPH

A atividade antioxidante do extrato líquido de resíduo de goiaba foi avaliada *in vitro* pelo método de captura do radical DPPH e expressa pela concentração mínima do antioxidante capaz de reduzir em 50% o radical DPPH (IC₅₀). Considera-se que, quanto menor o valor do IC₅₀, maior a capacidade antioxidante¹¹.

O valor de IC₅₀ do extrato líquido de resíduo de goiaba foi de 21,7 µg/mL. O extrato de resíduo de goiaba apresentou 9,4 µg a mais do que o controle positivo utilizado nesse trabalho, a quercetina com IC₅₀ de 12,3 µg/mL. No entanto, é importante levar em consideração que a quercetina é um flavonoide puro, diferente do extrato que é uma mistura complexa de compostos fenólicos como os flavonoides e taninos, com propriedade antioxidante e podem competir entre si, portanto, a diferença nos resultados entre o extrato e o controle é normal, a quercetina foi utilizada para validar o método.

O extrato de resíduo de goiaba utilizado no presente estudo apresentou maior atividade antioxidante em relação ao extrato hidroalcoólico (IC₅₀: 142,89 µg/mL) e aquoso (IC₅₀: 556,39 µg/mL) de resíduo de goiaba e aos extratos hidroalcoólico de abacaxi (IC₅₀: 3293,92 µg/mL), graviola (IC₅₀: 612,37 µg/mL), bacuri (IC₅₀: 2.506,6 µg/mL) e cupuaçu (IC₅₀: 554,87 µg/mL), analisados por Sousa et al.¹¹.

Em experimento realizado por Vieira et al.⁴³, para avaliar a capacidade antioxidante do extrato hidroalcoólico de polpa de acerola, goiaba e bacuri, foi verificado IC₅₀ de 1,74 µg/mL, 19,69 µg/mL e 2.356,96 µg/mL para extrato de acerola, goiaba e bacuri respectivamente. Os autores atribuíram a maior atividade antioxidante a acerola, seguida da

goiaba. Melo⁴⁴ verificou uma atividade antioxidante de 88,07% do extrato etanólico de resíduo de goiaba pelo método do sequestro do radical DPPH.

Silva et al.⁴⁵, ao avaliarem a atividade antioxidante dos extratos etanólico e aquoso de folhas de boldo (*Plectranthus barbatus* Andr.), que foram secas em estufa, verificaram IC₅₀ de 75,71 e de 198,14, respectivamente. Resultados maiores do que o observado no padrão de origem sintética que foi utilizado o (BHT: butil-hidroxitolueno), que apresentou IC₅₀ de 20,89 µg/mL para o BHT.

Com base nos resultados observados na literatura, o padrão utilizado como controle (quercetina) e a complexidade da amostra (por se tratar de um resíduo), pode-se inferir que o extrato líquido de resíduo de goiaba estudado apresentou potencial atividade antioxidante.

3.2.4.2. Atividade antioxidante pelo método de redução do ferro – FRAP

A atividade antioxidante do extrato líquido de resíduo de goiaba também foi avaliada pelo método FRAP, que é o método de redução do ferro. O resultado da atividade antioxidante pela redução do ferro para extrato líquido de resíduo de goiaba foi de $1,6 \times 10^7$ µM Fe₂SO₄/g de amostra. Valor mais alto do que os observados por Infante et al.⁴ em resíduos de caju (219,03 µM Fe₂SO₄/g m.s.); manga (10,60 µM Fe₂SO₄/g m.s.); maracujá (34,91 µM Fe₂SO₄/g m.s.); e abacaxi (72,63 µM Fe₂SO₄/g m.s.).

Ao comparar a atividade antioxidante do extrato líquido de resíduo de goiaba ($1,6 \times 10^7$ µM Fe₂SO₄/g) com padrões como o BHT (butil-hidroxitolueno) e ácido ascórbico estudados por Lima et al.⁴⁶ com valores de 389 µM Fe₂SO₄/g e 501 µM Fe₂SO₄/g, respectivamente, observa-se que o extrato líquido de resíduo de goiaba apresentou maior redução do ferro Fe³⁺ a Fe²⁺ pelo método FRAP.

Não foi encontrado na literatura avaliação da atividade antioxidante de extrato de resíduo de goiaba pelo método FRAP, esse estudo estabelece parâmetros iniciais para extrato líquido de resíduo de goiaba, com relação à análise de FRAP e pode servir de subsídio para outros trabalhos.

Rojas-Barquera et al.⁴⁷ ao avaliarem variedades de espécie de goiaba observaram uma boa correlação entre os compostos fenólicos e atividade antioxidante pelos métodos FRAP e DPPH. Dessa maneira, sugere-se que os dois métodos utilizados nesse experimento representaram a atividade antioxidante do extrato líquido de resíduo de goiaba, sendo os dois resultados satisfatórios.

3.2.5. Composição centesimal

Na Tabela 1 está apresentada a composição de umidade, proteínas e lipídios do extrato líquido de resíduo de goiaba. É possível observar que o extrato apresentou alto teor de umidade (96,3%), o que é normal, uma vez que, se trata de um extrato líquido.

TABELA 1 - Composição centesimal do extrato líquido de resíduo de goiaba

Componentes	(%)
Umidade	96,3
Proteína	2,6
Lipídios	3,0

Com relação ao teor de proteína e lipídios foram verificados 2,6 e 3,0 % respectivamente. Não foi encontrada na literatura a composição centesimal do extrato líquido de resíduo de goiaba, sendo esse o primeiro relato.

3.2.6. Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos do extrato líquido de resíduo de goiaba está apresentado na Tabela 2. Foram identificados 12 ácidos graxos, sendo que os ácidos linoléico (40,59%), palmítico (29,69%), linolênico (8,27%), oléico (8,08%) e esteárico (5,87%) apareceram em maior quantidade. Os resíduos agroindustriais de goiaba são constituídos principalmente por sementes, sendo este o local da fruta com maior quantidade de lipídios totais, pode variar de 9 a 14%^{9,48}, o que justifica a presença considerável de ácidos graxos.

Santos⁹, ao avaliar o perfil de ácidos graxos de sementes de goiaba oriunda de resíduos agroindustriais, também observou que os ácidos linoléico (75,54%), oléico (10,65%), palmítico (7,04%) e esteárico (5,05%) apareceram em maior concentração. O mesmo foi observado por Malacrida e Jorge⁴⁸ que encontraram a predominância do ácido linoléico (78,40%), seguido dos ácidos oléico (9,74%), palmítico (6,90%) e esteárico (4,61%). Uchôa-Thomaz et al.⁴⁹ observaram em sementes de goiaba a predominância dos ácidos linoléico (77,35%), oléico (9,42%), palmítico (8,0%) e esteárico (4,48%).

TABELA 2 - Perfil de ácidos graxos do extrato líquido de resíduo de goiaba

Ácido graxo	(%)
Mirístico - C14: 00	0,91
Palmítico - C16:0	29,69
Esteárico C18:0	5,87
Araquídico C20:0	0,86
Behênico C22:0	0,34
Palmitoléico C16:1 n7	0,69
Heptadecenóico C17:1 n7	0,27
Oléico C18:1 n9	8,08
Petroselínico C18:1 n6	0,93
Gadoléico C20:1 n11	0,24
Linoléico C18:2 n6	40,59
α -linolênico C18:3 n3	8,27
Σ AGS ¹	37,67
Σ AGMI ²	10,21
Σ AGPI ³	48,86
AGPI/AGS	1,29
Ômega -6/Ômega -3	4,90

¹AGS: ácidos graxos saturados; ²AGMI: ácidos graxos monoinsaturados; ³AGPI: ácidos graxos poli-insaturados.

A relação de ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados (AGPI/AGS) encontrados no extrato líquido de resíduo de goiaba está de acordo com o recomendado, que deve ser no mínimo de 0,45. Com relação à razão ômega-6/ômega-3 está muito próximo ao recomendado que deve ser menor que quatro. Esses dados encontrados na literatura são baseados em informações do departamento de saúde do Reino Unido⁵⁰.

4. CONCLUSÃO

Este estudo fornece subsídios para a padronização e caracterização do extrato líquido obtido de resíduos agroindustriais de goiaba. O extrato líquido de resíduo de goiaba contém compostos fenólicos, com atividade antioxidante. É um produto com potencial antioxidante para ser utilizado como aditivo funcional na ração animal.

REFERÊNCIAS

1. CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Balanço 2016, perspectiva 2017. Brasília, 2017, 242p. [Acesso 20 jul 2017]. Disponível em: http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/balanco_2016_perspectivas2017_web.pdf.
2. Anuário Brasileiro de Fruticultura 2008. Editora Gazeta, 2008. 136 p. [Acesso 20 jul. 2017]. Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-da-fruticultura-2008>.
3. Lousada Junior JE, Neiva NM, Rodriguez NM, Pimentel JCM, Lôbo RNB. Consumo e Digestibilidade de Subprodutos do Processamento de Frutas em Ovinos. R. Bras. Zootec. 2005; 34 (2): 659-69.
4. Infante J, Selani MM, Toledo NMV, Silveira-Diniz MF, Alencar SM, Spoto MHF. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. Alim. Nutr.Braz. J. Food Nutr. 2013; 24 (1): 87-1.
5. Packer GV, Melo PS, Bergamaschi KB, Selani MM, Villanueva NDM, Alencar SM, Contreras-Castillo, CJ. Chemical characterization, antioxidant activity and application of beetroot and guava residue extracts on the preservation of cooked chicken meat. J. Food Sci. Technol. 2015; 52 (11): 7409-16.
6. Mantovani JR, Corrêa MCM, Cruz MCP, Ferreira ME, Natale W. Uso fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiabas. Rev. Bras. Frutic. 2004; 26 (2): 339-42.
7. Melo OS, Bergamaschi KB, Tiveron AP, Massarioli AP, Oldonir TLC, Zanús MC, Pereira GE, Alencar SM. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. Ciênc. Rural. 2011; 41 (6): 1088-93.
8. El-Deek AA, Asar MA, Hamdy SM, Abdalla AA. Utilization of guava by products in broiler finisher diets. Egypt. Poult. Sci. 2009; 29 (1): 53-75.
9. Santos CX. Caracterização físico-química e análise da composição química da semente de goiaba oriunda de resíduos agroindustriais. [Dissertação]. Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2011. [Acesso 21 jul 2017]. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/CRISTINA-XAVIER.pdf>.
10. Nascimento RJ, Araújo CR, Melo EA. Atividade antioxidante de extratos de resíduo Agroindustrial de goiaba (*psidium guajava* L.). Alim. Nutr. 2010; 21 (2): 209-16.
11. Sousa MSB, Vieira LM, Silva MJM, Lima A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. Ciênc. agrotec. 2011; 35 (3): 554-59.

12. Extratos Vegetais. Revista Fib. 2010; (11): 16-20.
13. Martínez R, Torres P, Meneses MA, Figueroa JG, Pérez-Álvarez, Viuda-Martos M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. Food chem. 2012; 135 (3): 1520-26.
14. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Farmacopeia Brasileira, 5.ed., v. 1. Brasília: ANVISA; 2010. 524p.
15. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira. Brasília: ANVISA, 126p, 2011.
16. Hagerman AE, Butler LG. Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. J. agric. Food chem. 1978; 26 (4): 809-12.
17. Waterman PG, Mole S. A critical analysis of techniques for measuring tannins in ecological studies I: techniques for chemically defining tannins. Oecologia. 1987; 72 (1): 137-47.
18. Rolim A, Maciel COM, Kaneko TM, Consiglieri VO, Salgado Santos IMN, Velasco MVR. Validation assay for total flavonoids, as rutin equivalents, from *Trichilia catigua* Adr. Juss. (Meliaceae) and *Ptychopetalum olacoides* Benthham (Olacaceae) Commercial Extract. J. AOAC int. 2005; 88 (4): 1015-19.
19. Brand-Wiliams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food sci. technol. 1995; 28 (1): 25-30.
20. Sánchez-Moreno C, Larrauri JÁ, Saura-Calixto F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. J. sci. food agric. 1998; 76 (2): 270-76.
21. Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Moraes SM, Sampaio CG, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto FD. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Comunicado técnico online EMBRAPA. 2007.
22. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3ª ed. Viçosa: UFV; 2002. 165p.
23. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol. 1959; 27 (8): 911-17.
24. Hartman L, Lago RCA. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. Lab Pract. 1973; 22 (6): 475-6.
25. Joseph JD, Ackman RG. Capillary column gas chromatography method for analysis of encapsulated fish oil and fish oil ethyl esters: collaborative study. J AOAC Intern. 1992; 75 (3): 488-506.

26. Araújo AAS, Mercuri LP, Seixas SRS, Storpirtis S, Matos JR. Determinação dos teores de umidade e cinzas de amostras comerciais de guaraná utilizando métodos convencionais e análise térmica. Ver. Bras. Ciênc. Farm. 2006; 42 (2): 270-77.
27. CETEC. Fundação centro tecnológico de Minas Gerais, dossiê técnico. Produção de chás e extratos de plantas medicinais. 2007; 24p. [Acesso 01 agost 2017]. Disponível em: <http://sbirt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTc1>.
28. Santos CX. Caracterização físico-química e análise da composição química da semente de goiaba oriunda de resíduos agroindustriais. [Dissertação]. Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2011. [Acesso 01 agost 2017]. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/CRISTINA-XAVIER.pdf>.
29. Silva AB, Paula SCSE, Bertoque AKC, Rebello LPG, Silva WA. Aproveitamento do coproduto do processamento de goiaba (*Psidium guajava*): Caracterização físico-química de farinha e seu potencial no desenvolvimento de novos produtos. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos; 2016; Gramado, Brasil. Rio Grande do Sul: Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016. [Acesso 01 agost 2017]. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/899.pdf>.
30. Muniz CES. Produção de pectinase utilizando o resíduo da goiaba com semente por meio da fermentação em estado sólido. [Dissertação]. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba; 2015. [Acesso 01 agosto 2017]. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/8181>.
31. Chavan Y, Singhl RS. Ultrasound-assisted extraction (UAE) of bioactives from arecanut (*Areca catechu* L.) and optimization study using response surface methodology. Innoc. Food Sci. Emerg. Technol. 2013; 16: 106-13.
32. Marques LC, Vigo CLS. Preparação e Padronização de extratos vegetais. In: Leite JPV. Fitoterapia: bases científicas e tecnológicas. Rio de Janeiro: Atheneu, 2009. cap. 7, p. 169-204.
33. Couto R O, Valgas AB, Bara MT, Paula JR. Caracterização físico-química do pó das folhas de eugenia dysenterica dc. (myrtaceae). Revista Eletrônica de Farmácia. 2009; 6 (3): 59-69.
34. Gheldof N, Engeseth NJ. Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum sample. v. 50, n. 10, p. 3050-3055, 2002. J. agric. Food chem. 2002; 50 (10): 3050-55.
35. Araújo IMC. Caracterização bioativa de resíduos de frutas tropicais. [Trabalho de conclusão de curso]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2017 [Acesso 02 agost 2017]. Disponível:

<https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/4173/1/TCC%20KARLA%202%20corre%C3%A7oes%20da%20banca%20BCZM.pdf>.

36. Mendes LG, Gardusi F, Ullmann G, Silva DIS, Barrozo MAS. Avaliação dos compostos bioativos após a secagem de alguns resíduos de frutas por radiação infravermelha. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química; 2014; Florianópolis, Brasil. Santa Catarina. [Acesso 02 agosto 2017]. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/0707-24341-152423.pdf>.

37. Silva MO. Atividade antioxidante e composição de oligossacarídeos em subproduto obtido do processamento industrial da goiaba (*Psidium guajava*). [Dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; Faculdade de Engenharia de Alimentos; 2015. [Acesso 02 agosto 2017]. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/256721/1/Silva_MairaOliveira_M.pdf.

38. Rocha WS, Lopes RM, Silva DB, Vieira RF, Silva JP, Agostini-Costa TS. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. Rev. Bras. Frutic. 2011; 33 (4): 1215-221.

39. Costa FIB, Porfirio MCP, Oliveira JB, Santana GA, Lage RS, Silva MV. Avaliação fitoquímica e screening da capacidade antioxidante de resíduos de umbu. Rev. Bras. Prod. Agroind. 17 (4): 341-48.

40. Paiva SR, Heringer AP, Figueiredo MR, Kaplan AC. Taninos condensados de espécies de Plumbaginaceae. Floresta Ambient. 2002; 9 (1): 153-57.

41. Bennik A. Interaction of plant polyphenols with salivary proteins. Critical Reviews in Oral Biology & Medicine. 2002; 13 (2): 184-96.

42. Garcia RG, Mendes AA, Andrade C, Paz ICLA, Takahashi SE, Pelícia K, Komiyama CM, Quinteiro RR. Avaliação do desempenho e de parâmetros gastrintestinais de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com sorgo alto tanino e baixo tanino. Ciênc. agrotec. 2005; 29 (6): 1248-257.

43. Vieira LM, Sousa MSB, Mancini-Filho J, Lima A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. Rev. Bras. Frutic. 2001; 33 (3): 888-97.

44. Melo PS. Composição química e atividade biológica de resíduos agroindustriais. [Dissertação]. Piracicaba. Universidade de São Paulo; Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”; 2010. [Acesso 04 agosto 2017]. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-21102010-161908/es.php>.

45. Silva CFG, Mendes MP, Almeida VV, Michael RN, Sakanaka LS, Ronin LTD. Parâmetros de qualidade físico-químicos e avaliação da atividade antioxidante de folhas de

Plectranthus barbatus Andr. (Lamiaceae) submetidas a diferentes processos de secagem. Rev. Bras. Pl. Med. 2016; 18 (1): 48-56.

46. Lima AR, Alvarenga RGF, Resende MLVR. Polifenóis totais e atividade antioxidante de resíduos e subprodutos da indústria cafeeira. In: VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil; 2013; Salvador, Brasil. Bahia. [Acesso 04 agosto 2017]. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/3768>.

47. Rojas-Barquera D, Narváez-Cuenca CE. Determinación de vitamina C, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de frutas de guayaba cultivadas em Colombia. Quím Nova. 2009; 32 (9): 2336-40.

48. Malacrida CR, Jorge N. Fatty acid and some antioxidant compounds of *Psidium guajava* seed oil. Acta aliment. 2013; 42 (3): 371-78.

49. Uchôa-Thomaz AMA, Sousa EC, Carioca JOB, Morais SM, Lima A, Martins CG, Alexandrino CD, Ferreira PAT, Rodrigues ALM, Rodrigues SP, Thomaz JCA, Silva JN, Rodrigues LL. Chemical composition, fatty acid profile and bioactive compounds of guava seeds (*Psidium guajava* L.). Food Sci. Technol. 2014; 34 (3): 485-92.

50. Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease. London: HMSO, 1994. 178p. (Report on health and social subjects n.46).

CAPÍTULO 3 – DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE, PESO RELATIVO DE ÓRGÃOS E HISTOMORFOMETRIA INTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO EXTRATO DE GOIABA PADRONIZADO EM COMPOSTOS FENÓLICOS

RESUMO: Objetivou-se avaliar o desempenho, a metabolização dos nutrientes da ração, o desenvolvimento intestinal de frangos alimentados com rações contendo extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos (EGPCF). Foram utilizados 300 pintos de corte machos, da linhagem Cobb-500® com um dia de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições de dez aves. Os tratamentos foram ração basal sem extrato (controle), ração basal com 120 mg/kg de vitamina E e ração basal com três níveis de EGPCF (600, 800 e 1.000 mg/kg de ração). Foi avaliado o desempenho aos sete, 14 e 21 dias de idade, a metabolização dos nutrientes da ração realizada de 18 a 21 dias, a histomorfometria do intestino e peso relativo do fígado, intestino, baço, bursa de Fabricius e timo aos sete e 21 dias de idade e o comprimento do intestino. Os dados foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas pelo teste Tukey e realizada a regressão para os níveis do extrato na ração. Os frangos suplementados com extrato de goiaba padronizado apresentaram maior ganho de peso, peso final e melhor conversão alimentar aos sete dias de idade, em relação ao grupo controle. Houve efeito quadrático para ganho de peso, peso final e linear decrescente para conversão alimentar aos sete dias de idade. Houve efeito linear crescente para ganho de peso e peso final aos 21 dias de idade. A metabolização dos nutrientes da ração não foi influenciada pelos tratamentos. O comprimento do intestino de frangos suplementados com 1.000 mg/kg do extrato foi maior do que o do grupo controle aos sete dias, o mesmo ocorreu com peso do baço de frangos que receberam 600 mg/kg do extrato. Aves alimentadas com ração contendo 800 mg/kg do extrato apresentaram maior altura de vilos no jejuno em relação aos grupos controle e 1.000 mg/kg do extrato aos 7 dias de idade. Aos 21 dias de idade os frangos suplementados com 800 ou 1.000 mg/kg do extrato de goiaba padronizado apresentaram maior altura de vilos no duodeno em relação ao grupo controle. Em conclusão, o nível de 800 ou 1000 mg/kg do extrato de resíduo de goiaba pode ser utilizado em rações para frangos de corte, uma vez que, melhora o ganho de peso e a conversão alimentar, além de auxiliar no desenvolvimento da mucosa intestinal.

Palavras-chave: antioxidantes, nutrição animal, *Psidium guajava* L

CHAPTER 3 - PERFORMANCE, DIGESTIBILITY, RELATIVE WEIGHT OF ORGANS AND INTESTINAL HISTOMORPHOMETRY OF CHICKENS FED ON DIETS CONTAINING GUAVA EXTRACT STANDARDIZED ON PHENOLIC COMPOUNDS

ABSTRACT: The objective was evaluate performance, feed nutrients metabolization, relative weight of organs and intestinal development of chickens fed on diets containing guava extract standardized on phenolic compounds (GESPC). A total of 300 male chicks Cobb-500® lineage were distributed in a completely randomized design with five treatments and six replicates of ten birds. Treatments were, basal feed without extract (control), basal feed with 120 mg/kg of vitamin E, and basal feed with three levels of GESPC (600, 800 and 1000 mg/kg of feed). Performance was evaluated at seven, 14 and 21 days old, feed nutrient metabolization done from 18 to 21 days old, intestine histomorphometry and relative weight of liver, intestine, spleen, Bursa of Fabricius and thymus at seven and 21 days old, and intestine length. Data was submitted to variance analysis, average was compared by Tukey test and regression for diet extract levels. Chickens supplemented with guava extract standardized presented greater weight gain, final weight and a better feed conversion at seven days old, in relation to control group. There was a quadratic effect for weight gain and final weight, a decreasing linear for feed conversion at seven days. There was an increasing linear effect for weight gain and final weight at 21 days of age. Nutrients metabolization on ration was not influenced by treatments. Broiler intestine length supplemented with 1000 mg/kg extract was longer than on control group at 7 days old, as was for broiler spleen weight when receiving 600 mg/kg extract in the diet. Birds fed with ration containing 800 mg/kg of extract present higher villi stature in the jejunum compared to control groups and 1,000 mg/kg of the extract at 7 days old. At 21 days old, chickens supplemented with 800 or 1000 mg/kg of guava extract standardized presented higher villi stature than control gvil. For that, ration with the level of 800 and 1.000 mg/kg guava residue extract can be used on broiler diets, since it improves weight gain and feed conversion, as well as assisting on intestinal mucus development.

Key words: antioxidants, animal nutrition, *Psidium guajava* L

1. INTRODUÇÃO

A goiaba é uma fruta tropical brasileira que apresenta alto valor nutritivo, no entanto, o seu consumo interno *in natura* é baixo, com isso, grande parte da sua produção é destinada as indústrias de produção de polpas, sucos, doces e geleias¹. No processo de industrialização da goiaba, são produzidos resíduos compostos principalmente por sementes e polpa residual, que corresponde de 10 a 15% da massa total do fruto, e normalmente são descartados no meio ambiente, embora sejam biodegradáveis, leva-se tempo até se decomporem, principalmente se acumulado, e podem contribuir com a poluição ambiental^{2,3}.

Os resíduos agroindustriais de goiaba são ricos em compostos biologicamente ativos, como os compostos fenólicos, substância com propriedades antimicrobianas e antioxidantes⁴. Indicativo de que esses resíduos podem ser utilizados na nutrição animal como um aditivo funcional.

A alimentação desempenha um papel fundamental na manutenção da saúde, desempenho produtivo e reprodutivo de animais. Entre as diversas substâncias que compõe uma dieta têm-se os aditivos antioxidantes que são importantes para a manutenção do desempenho, reprodução e sistema imune.

O uso de antioxidantes em rações formuladas com ingredientes que possuem quantidade elevada de ácidos graxos insaturados é prática comum na avicultura, pois protege os constituintes da ração dos efeitos da oxidação lipídica que é responsável por causar alteração da qualidade, aroma, sabor e valor nutricional, bem como a produção de substâncias tóxicas⁵.

Os antioxidantes, também são importantes para proteger a célula animal contra os efeitos do estresse oxidativo, que ocorre quando a formação de radicais livres e/ou espécies reativas de oxigênio resultantes do metabolismo aeróbico, excede a capacidade da célula defender-se dessa reação por meio dos antioxidantes endógenos. O equilíbrio entre antioxidantes e pró-oxidantes em cada célula e em todo o corpo é responsável pela regulamentação das principais funções no organismo⁶. Os antioxidantes podem ser de origem sintética ou natural.

Nos últimos anos, as pesquisas com produtos antioxidantes que sejam bioeficientes têm sido focadas principalmente em antioxidantes naturais, devido à preocupação mundial com relação à segurança e toxicidade de antioxidantes sintéticos, além da preocupação da população em consumir produtos que sejam mais “naturais” e seguros^{7,8}.

Entre esses produtos, destacam-se a vitamina E, extratos de plantas e frutas ricas em compostos fenólicos.

Em trabalhos realizados *in vitro* com resíduos agroindustriais de goiaba, foi demonstrado que os mesmos apresentam potencial atividade antioxidante^{4,9,10}. Entretanto, pouco se sabe sobre os efeitos dos compostos fenólicos de resíduo de goiaba no organismo animal. A utilização de resíduos agroindustriais na nutrição avícola resultaria não só na conservação do meio ambiente pelo aproveitamento desse subproduto, como também a obtenção de alimentos considerados naturais para a população.

Diante do exposto, o objetivo da realização dessa pesquisa foi avaliar o desempenho, a metabolização dos nutrientes da ração, a histomorfometria do intestino delgado e peso relativo de órgãos digestórios e linfóides de frangos alimentados com rações suplementadas com extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local, animais e delineamento experimental

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Goiás (UFG), protocolo número 030/2015 e conduzido no galpão experimental do setor de avicultura da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG. Foram utilizados 300 pintos de corte machos, da linhagem Cobb-500[®] com um dia de idade, alojados em gaiolas de arame galvanizado, com dimensões de 0,50 cm x 0,40 cm, cada gaiola era equipada com bebedouros e comedouros tipo calha. Os pintos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições de 10 aves cada.

2.2. Tratamentos e rações experimentais

Os tratamentos utilizados foram: ração basal (controle negativo), ração basal suplementada com 120 mg/kg de vitamina E (controle positivo), ração basal suplementada com 600; 800 ou 1.000 mg de extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos (EGPCF)/kg de ração.

O extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos foi obtido a partir do resíduo agroindustrial da goiaba cedidos pela empresa Predilecta Alimentos[®] localizada em Matão-SP, posteriormente, o resíduo foi seco em estufa a 40°C, por um período de 72 horas, moído, submetido à extração por percolação e padronizado quanto ao seu conteúdo em compostos fenólicos no Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais da Faculdade de Farmácia – UFG.

O produto resultante, o extrato líquido, apresentou 0,45% de fenóis totais, 0,85% de taninos, 5,97% de flavonoides, atividade antioxidante DPPH (IC₅₀) = 21,7 µg/mL e FRAP = $1,6 \times 10^7$ µM Fe₂SO₄/g de amostra, 2,6% de proteína bruta e 3,0% de extrato etéreo, além de ácidos graxos saturados mirístico (0,91%), palmítico (29,69%), esteárico (5,87%), araquídico (0,86%) e behênico (0,34%); monoinsaturados palmitoléico (0,69%), oléico (8,08%), heptadecenóico (0,27%), petroselínico (0,93%) e gadoléico (0,24%); e poli-insaturados linoléico (40,59%) e linolênico (8,27%).

As rações experimentais foram isonutritivas e formuladas à base de milho e farelo de soja, para atender as exigências nutricionais dos frangos de corte, seguindo as

recomendações de Rostagno et al.¹¹ (Tabela 1). O programa alimentar compreendeu duas fases: ração pré-inicial (1 a 7 dias de idade) e ração inicial (8 a 21 dias de idade). O EGPCF e a vitamina E foram adicionados à ração em substituição ao amido. Para incorporar o extrato à ração, primeiramente foi adicionado ao milho, depois de homogeneizados foram adicionados aos demais ingredientes no misturador. O período experimental foi um a 21 dias de idade.

TABELA 01 - Composição percentual e valores nutricionais calculado das rações basais

Ingredientes (%)	Fases de criação	
	Pré-inicial	Inicial
Milho grão	54,73	58,89
Farelo de soja 45%	38,34	34,84
Óleo de Soja	2,33	2,28
Fosfato bicálcico	1,81	1,43
Calcário calcítico	0,98	0,97
Sal	0,51	0,48
DL-Metionina 99%	0,33	0,26
L-Lisina HCL 78%	0,28	0,21
L-Treonina 98,5%	0,11	0,06
¹ Premix vitamínico e mineral	0,40	0,40
Amido	0,18	0,18
TOTAL (%)	100,0	100,0
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.950	3.000
Proteína bruta (%)	22,20	20,80
Cálcio (%)	0,92	0,81
Fosforo disponível (%)	0,47	0,39
Lisina Digestível (%)	1,31	1,17
Metionina + Cistina Digestível (%)	0,94	0,84
Metionina Digestível (%)	0,64	0,55
Treonina Digestível (%)	0,85	0,76
Triptofano Digestível (%)	0,24	0,23
Sódio (%)	0,22	0,21

¹ Suplemento vitamínico – mineral: níveis de garantia por quilograma de produto: 5.500.000 UI Vitamina A, 1.000.000 UI Vitamina D3, 3.750 mg Vitamina E, 1.250 mg Vitamina K3, 500 mg Vitamina B1, 2.500 mg Vitamina B2, 750 mg Vitamina B6, 7.500 mcg Vitamina B12, 17.500 mg Niacina, 6.500 mg Pantotenato de cálcio, 250 mg Ácido fólico, 150.000 mg Cloreto de colina 50%, 100 mg Selênio, 2.000 mg Antioxidante, 1.000 g Veículo q.s.p., Manganês 32.500 mg, Zinco 22.500 mg, Ferro 25.000 mg, Cobre 3.000 mg, Iodo 500 mg.

2.3. Manejo experimental

As aves receberam ração e água à vontade durante todo o período experimental, e os comedouros foram abastecidos com ração duas vezes ao dia (8:00 e 18:00 horas), para evitar desperdícios. A limpeza das instalações e dos bebedouros, assim como a troca de água foi realizada diariamente. O programa de luz compreendeu 24 horas de claridade.

2.4. Variáveis estudadas

2.4.1. Desempenho

No primeiro, sétimo, 14^o e 21^o dia de idade foram realizadas pesagens das aves, da ração fornecida e sobras para cálculo dos dados de desempenho zootécnico (peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar corrigida e viabilidade).

Para a análise do desempenho das aves foi considerado:

- Peso final: obtido dividindo-se o peso total das aves da gaiola, pelo número final de aves na parcela;
- Ganho de peso: calculado pela diferença entre o peso final e o peso inicial das aves e dividido pelo número médio de aves;
- Consumo de ração: obtido pela diferença entre a quantidade de ração oferecida no início e as sobras ao final de cada fase e considerando o número de aves mortas no intervalo como critério para correção dos valores de consumo;
- Conversão alimentar: obtido pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso, corrigida pelo peso total das aves mortas;
- Viabilidade: obtido por meio da subtração de 100% do valor da mortalidade encontrado.

2.4.2. Ensaio de metabolismo

A determinação dos coeficientes de metabolização dos nutrientes das rações foi realizada pelo método da coleta total de excretas no período de 18 a 21 dias de idade das aves, correspondendo a quatro dias de coleta. Durante o período experimental, foi mensurado o consumo de ração, o total de excretas produzidas e o peso das aves. Foram realizadas duas coletas diárias de excretas (8h00m e 16h00m), para evitar fermentação¹².

As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em congelador até o final do período de coleta. Posteriormente, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas, retiradas alíquotas que foram pesadas. Em seguida foram pré-secas em estufas ventiladas a 55°C, por 72 horas, e na sequência foram realizadas as análises de conteúdo de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e extrato etéreo (EE) segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz¹³, a energia bruta (EB) foi determinada por meio da bomba calorimétrica Ika, modelo C-200. Foram calculados os valores de coeficiente de

metabolização dos nutrientes por meio de equações propostas por Sakomura e Rostagno¹² e energia segundo Matterson et al.¹⁴, e a retenção calculada considerando-se o balanço dos nutrientes e ganho de peso no período¹⁵.

2.4.3. Análises histológicas e peso relativo dos órgãos

Aos 7 e 21 dias de idade, uma ave de cada repetição, totalizando 6 aves por tratamento e por período, representando o peso médio da parcela, foram eutanasiadas por deslocamento cervical após seis horas de jejum alimentar. Foram coletados e pesados o intestino total, bursa de Fabricius, baço, timo e fígado. Foi realizada a medida do comprimento do intestino total.

Para a confecção das lâminas histológicas foram coletados segmentos de 2,0 cm do duodeno do jejuno e do íleo, e fixados em solução tamponada de formaldeído a 10% por 24 horas, após fixação foram armazenados em álcool 70% e processados de acordo com a metodologia de Luna¹⁶ e coradas pelo método de Hematoxilina – Eosina (HE). As Imagens foram obtidas em aumento de cinco vezes, com o auxílio do microscópio óptico Leica DM 4000B acoplado a um microcomputador. As imagens foram analisadas com o auxílio do software ImageJ, no qual foram realizadas dez medidas de altura de vilos e profundidade de criptas de cada segmento, por repetição, totalizando 180 medidas por tratamento em cada idade avaliada.

2.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey (5%). Homogeneidade das variâncias (Teste de Barlett) e normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) foram considerados. A análise de regressão polinomial foi realizada entre os níveis de inclusão do extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos (0; 600; 800 e 1000 mg/kg). Foi utilizado o software estatístico R versão 3.2.3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Desempenho

O desempenho das aves no período de um a sete dias de idade foi influenciado pelos tratamentos ($p < 0,05$) (Tabela 02). Os frangos suplementados com qualquer nível do EGPCF e vitamina E apresentaram maior ganho de peso e peso final, e melhor conversão alimentar em relação ao grupo controle. O verdadeiro modo pelo o qual os compostos fenólicos atuam para melhorar o desempenho animal ainda não foi totalmente esclarecido.

A melhoria do desempenho de animais suplementados com produtos naturais pode está relacionada com diferentes mecanismos, como a capacidade que os compostos bioativos presentes nessas substâncias tem de atuar como antimicrobianos, mantendo o intestino saudável, através da modulação da microbiota intestinal, por meio do controle de agentes patogênicos¹⁷.

TABELA 02 - Desempenho de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, no período de 1 a 7 dias de idade

Tratamentos	PI (g)	CR (g)	GP (g)	PF (g)	CA (g/g)	V (%)
Controle	45,1	152,7	118,8b	163,9b	1,287c	100,0
120 mg/kg vit. E	45,1	160,8	142,2a	187,3a	1,130ba	98,3
600 mg/kg	45,2	159,5	139,5a	184,6a	1,142b	100,0
800 mg/kg	45,2	161,3	142,2a	187,4a	1,135b	98,3
1.000 mg/kg	45,2	150,6	136,9a	182,1a	1,100a	98,3
Valor de P	0,999	0,071	<0,001	<0,001	<0,001	0,735
CV (%)	1,45	4,93	4,84	3,77	1,77	3,19
Regressão	NS	NS	¹ QD	² QD	³ LN	NS
Linear	0,809	0,725	<0,001	<0,001	<0,001	0,270
Quadrático	0,945	0,100	0,006	0,008	0,102	0,611

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey ($P < 0,05$). PI= peso médio inicial; CR= consumo de ração; GP= ganho em peso médio; PF= peso final; CA= conversão alimentar, V= viabilidade. CV = coeficiente de variação; QD = quadrático; LN = Linear; NS = não significativo. ¹ $Y = 118,7182 + 0,0626x - 0,00004379x^2$ ($R^2 = 0,98$); ² $Y = 163,7999 + 0,0626x - 0,00004369x^2$ ($R^2 = 0,98$); ³ $Y = 1,2783 - 0,0002x$ ($R^2 = 0,96$).

Além disso, os compostos bioativos podem atuar como antioxidantes, preservando o organismo animal contra os efeitos dos radicais livres, e podem também estimular enzimas digestivas e pancreáticas, resultando em melhor aproveitamento dos nutrientes¹⁸.

Starcevic et al.¹⁸, ao suplementarem a ração de frangos de corte com 5 g/kg de um composto fenólico, o ácido tânico, observaram melhora no ganho de peso no período

inicial. Os autores atribuíram esse resultado ao melhor aproveitamento dos alimentos pelas aves que receberam o composto fenólico, ainda ressaltaram que esses compostos podem atuar como promotores da saúde.

No presente estudo, os resultados de ganho de peso, peso final e conversão alimentar das aves suplementadas com o EGPCF foram semelhantes aos das aves que receberam a vitamina E na ração (controle positivo). Várias são as funções atribuídas à vitamina E no organismo animal, entre elas a imunoestimulante e proteção antioxidante nos tecidos. De acordo com Leshchinsky e Klasing¹⁹, a bioatividade da vitamina E está relacionada principalmente ao seu potencial antioxidante; a vitamina E atua como parte dos sistemas antioxidantes celulares, esse efeito afeta diretamente a função imune²⁰, e pode levar à melhora do desempenho.

O efeito benéfico da inclusão de vitamina E e do EGPCF verificado no desempenho das aves, pode estar diretamente relacionado com a capacidade antioxidante que esses produtos apresentam, uma vez que, o organismo animal está constantemente sendo atacado por radicais livres, formado naturalmente em decorrência da atividade metabólica e como parte da estratégia do sistema imune para destruir os microorganismos invasores⁶. Possivelmente, a vitamina E e o EGPCF protegeram os fosfolipídios dos enterócitos dos ataques dos radicais livres, resultando em melhor absorção dos nutrientes e, conseqüentemente, melhor desempenho.

Os radicais livres podem influenciar negativamente as membranas das células intestinais, e prejudicar o processo de digestão e absorção dos nutrientes. O aparecimento de inflamações no epitélio intestinal resulta na redução da quantidade de substrato digerido e absorvido, além disso, pode resultar em maior demanda energética para a renovação celular, resultando em prejuízo ao desempenho do animal²¹.

De acordo com Surai⁶, o equilíbrio entre antioxidantes e moléculas oxidáveis no organismo, em geral é responsável pela regulação das principais funções. Dessa forma, a inclusão de antioxidantes na dieta pode ser uma importante ferramenta para otimizar a capacidade antioxidante no organismo animal, o que resultaria na prevenção dos danos causados pela oxidação.

Embora seja relatado que os compostos fenólicos atuam como antioxidante *in vivo*, pouco se sabe a respeito da sua absorção e metabolização no organismo animal. Em humanos, foi observado que os compostos fenólicos podem ser absorvidos no intestino delgado, e que é no colón o local em que a maior parte dos compostos fenólicos são hidrolisados pela microbiota e podem ser absorvidos e metabolizados²². Entretanto, a forma

como essas substâncias são depositadas nas células e tecidos é ainda desconhecida, torna-se necessária a elucidação da rota de metabolização desses compostos, para que a relação entre compostos fenólicos e modulação de processos oxidativos no organismo seja melhor compreendida.

Com relação à análise de regressão, considerando o período de um a sete dias de idade, pode-se observar efeito quadrático para consumo de ração, ganho de peso e peso final e linear para a conversão alimentar ($p < 0,05$). O ganho de peso aumentou até o nível de 715 mg/kg de acordo com a equação $Y = 118,7182 + 0,0626x - 0,00004379x^2$ ($R^2 = 0,98$), a medida que os níveis do EGPCF foram aumentados, foi observada redução do ganho de peso (Figura 1).

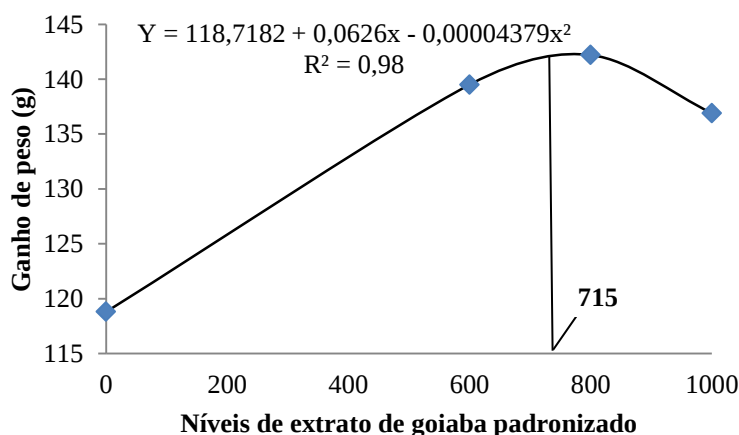


FIGURA 1 - Ganho de peso de frangos suplementados com extrato de goiaba padronizado no período de um a sete dias de idade.

De acordo com a equação $Y = 163,7999 + 0,0626x - 0,00004369x^2$ ($R^2 = 0,98$), o melhor nível do EGPCF para obtenção de um maior peso final foi de 716 mg/kg, o aumento da inclusão do extrato resultou no decréscimo dessa variável (Figura 2). Observou-se efeito linear decrescente com as suplementações de extrato de goiaba padronizado na conversão alimentar, de acordo com a equação $Y = 1,2783 - 0,0002x$ ($R^2 = 0,96$), ou seja, com o aumento dos níveis de inclusão do extrato houve melhora na conversão alimentar.

Diferente dos resultados observados no presente experimento, Oliveira²³ não verificou alteração no desempenho de frangos no período de um a sete dias de idade que receberam rações suplementadas com 0; 0,5; 1,0 e 1,5% (0; 5; 10 e 15 g/kg) de subproduto do resíduo da goiaba contendo 0,17% de compostos fenólicos. No presente estudo a

concentração de compostos fenólicos foi de 0,45%, 0,28% maior do que no resíduo utilizado no trabalho de Oliveira²³, pode-se inferir que a maior quantidade de compostos fenólicos presente no EGPCF influenciou positivamente a digestão e absorção dos nutrientes, provavelmente, por sua ação antioxidante preservando as células intestinais contra os efeitos dos radicais livres.

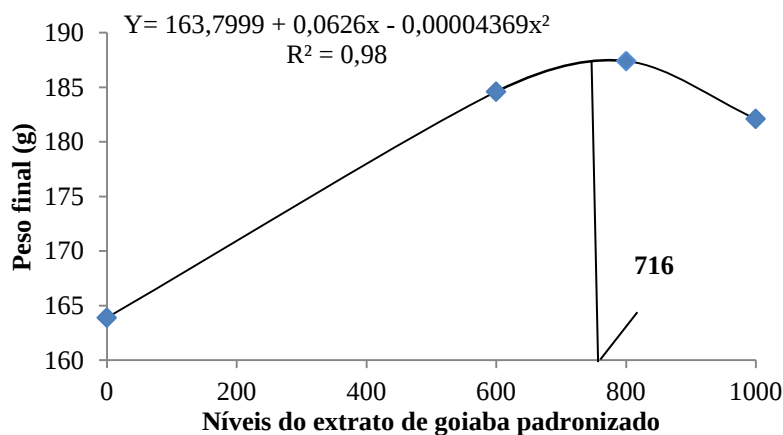


FIGURA 2 - Peso final de frangos suplementados com extrato de goiaba padronizado no período de um a sete dias de idade.

Em estudo com maiores suplementações 0; 0,3; 0,6 e 0,9% (0; 3; 6 e 9 g/kg) de extrato de resíduo de goiaba na ração de codornas japonesas em fase de postura, Oliveira²⁴ também não observou alteração no desempenho das aves, entretanto, o autor não informou a quantidade de compostos fenólicos presente no extrato.

A variação nos resultados observados com a utilização de produtos ricos em compostos fenólicos pode estar diretamente relacionada com a parte da planta e a dose utilizada. Além disso, a composição química dos vegetais depende de fatores climáticos, tipo de solo, o método de extração e de identificação dos compostos²⁵.

No período de um a 21 dias de idade não foram observadas diferenças entre os tratamentos para consumo de ração, ganho de peso, peso final, conversão alimentar e viabilidade criatória ($p > 0,05$) (Tabela 03). Com relação à análise de regressão, foi verificado efeito linear crescente para ganho de peso e peso final ($p < 0,05$). De acordo com as equações $Y = 840,8703 + 0,0562x$ ($R^2 = 0,86$) e $Y = 885,9459 + 0,0563x$ ($R^2 = 0,85$), à medida que os níveis do extrato foram aumentados, houve aumento no ganho de peso e peso final, respectivamente.

TABELA 03 – Desempenho de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, no período de 1 a 21 dias de idade

Tratamentos	CR (g)	GP (g)	PF (g)	CA (g/g)	V (%)
Controle	811,2	843,8	888,9	1,000	86,7
120 mg/kg vit. E	893,6	887,4	932,5	1,007	86,7
600 mg/kg	929,6	863,1	908,2	1,119	90,0
800 mg/kg	866,1	894,0	939,2	1,002	88,3
1.000 mg/kg	917,9	897,4	942,6	1,028	83,3
Valor de P	0,106	0,203	0,207	0,367	0,282
CV (%)	8,79	5,05	4,84	11,13	6,01
Regressão	NS	LN	LN	NS	NS
Linear	0,129	0,038 ¹	0,039 ²	0,407	0,539
Quadrático	0,103	0,712	0,713	0,143	0,150

CR= consumo de ração; GP= ganho em peso médio; PF= peso final; CA= conversão alimentar, V= viabilidade. CV= coeficiente de variação. NS = não significativo. ¹Y= 840,8703 + 0,0562x (R² = 0,86) e ²Y= 885,9459 + 0,0563x (R² = 0,85).

3.2. Metabolização dos nutrientes e energia metabolizável

Na Tabela 4, observa-se que os coeficientes de metabolização dos nutrientes da ração e da energia metabolizável não foram influenciados pelos tratamentos, assim como também não foi verificado efeito dos níveis do extrato para regressão ($p > 0,05$). Esses resultados justificam a ausência de diferenças significativas no desempenho na fase de 21 dias de idade.

Alguns autores relataram que produtos naturais ao serem adicionados à dieta animal podem melhorar a metabolização dos nutrientes da ração em virtude do estímulo das secreções enzimáticas digestivas e pancreáticas promovidas pela presença de compostos bioativos no organismo, além da redução de microorganismos patogênicos na mucosa intestinal^{20,26,27}. No entanto, no presente trabalho a presença de compostos fenólicos não influenciou a metabolização dos nutrientes.

Por outro lado, a presença de fatores antinutricionais nos alimentos, como o alto teor de taninos pode interferir negativamente na metabolização dos nutrientes, pois os mesmos são capazes de se complexarem com proteínas e inibir a ação de enzimas^{28,29}. A quantidade de taninos presente no extrato de resíduo de goiaba não interferiu na metabolização dos nutrientes, mostrando que a dose do extrato utilizado não exerce efeito tóxico para os frangos.

TABELA 04 - Coeficiente de metabolização da matéria seca (CMMS), do nitrogênio (CMN), do extrato etéreo (CMEE), retenção do nitrogênio (RN), do extrato etéreo (REE) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da ração de frangos suplementada com extrato de goiaba padronizado, no período de 18 a 21 dias de idade

Tratamentos	CMMS (%)	CMN (%)	RN (mg N/g GP)	CMEE (%)	REE (mg EE/g GP)	EMAn (kcal/kg MS)
Controle	66,7	53,1	24,5	82,0	67,9	3.077
120 mg/kg vit. E	66,3	54,8	20,9	82,5	67,9	3.066
600 mg/kg	68,5	47,9	20,4	79,7	67,9	3.078
800 mg/kg	66,9	53,0	19,2	79,4	63,4	3.147
1.000 mg/kg	68,3	53,8	21,9	83,0	68,4	3.147
Valor de P	0,853	0,459	0,085	0,132	0,216	0,750
CV (%)	6,17	11,60	26,52	3,59	12,50	4,67
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Linear	0,625	0,592	0,212	0,897	0,914	0,400
Quadrático	0,870	0,121	0,112	0,138	0,189	0,692

CV = coeficiente de variação. NS = não significativo.

Brenes et al.³⁰, ao suplementarem a ração de frangos de corte com 0, 15, 30 e 60 g/kg de resíduo de uva contendo 4,87% de compostos fenólicos em comparação à 200 mg/kg de vitamina E, também não verificaram alteração da metabolização da proteína, no entanto, a digestibilidade do extrato etéreo piorou aos 42 dias de idade. Os autores relacionaram esse efeito à capacidade do composto fenólico como os taninos ligar-se a sais biliares e colesterol, resultando na redução da absorção e aumento da excreção fecal de lipídios.

Em estudo realizado por Oliveira²³, para avaliar a adição de 0; 0,5; 1,0 e 1,5% (0; 5; 10 e 15 mg/kg) de subproduto de resíduo de goiaba em rações para frangos, foi observado que o coeficiente de metabolização do nitrogênio e extrato etéreo (avaliados no período de 17 a 21 dias de idade) melhorou até o nível de 0,7 e 1,0% respectivamente. A autora atribuiu esse resultado ao efeito estimulador do subproduto da goiaba sobre a mucosa intestinal, resultando no aumento da absorção dos nutrientes.

3.3. Peso relativo de órgãos digestórios e comprimento do intestino

O peso relativo do fígado e do intestino não foi influenciado pelos tratamentos, também não houve efeito dos níveis do extrato através da análise de regressão ($p < 0,05$) (Tabela 05). Fatores como o aumento do metabolismo hepático e produção biliar³¹, bem como

danos causados pela dose utilizada de produtos naturais na ração animal podem levar ao aumento do tamanho do fígado³², não sendo observadas essas situações no presente estudo.

TABELA 05 - Peso relativo do fígado, do intestino e comprimento do intestino de frangos de cortes aos sete e 21 dias de idade, alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado

Tratamentos	Peso do Fígado (%)	Peso do Intestino (%)	Comp. do Intestino (cm)
7 dias de idade			
Controle	3,8	9,6	102,6b
120 mg/kg vit. E	3,4	9,2	104,8ab
600 mg/kg	3,7	9,1	107,0ab
800 mg/kg	3,5	9,6	105,0ab
1.000 mg/kg	3,4	9,1	114,0a
Valor de P	0,100	0,467	0,024
CV(%)	9,14	7,57	4,26
Regressão	NS	NS	NS
Linear	0,090	0,499	0,100
Quadrático	0,775	0,080	0,375
21 dias de idade			
Controle	2,2	5,7	154,3
120 mg/kg vit. E	2,2	5,6	155,3
600 mg/kg	2,2	5,3	149,5
800 mg/kg	2,4	6,2	153,7
1.000 mg/kg	2,1	5,1	150,5
Valor de P	0,229	0,109	0,723
CV(%)	7,50	11,89	5,64
Regressão	NS	NS	NS
Linear	0,120	0,754	0,621
Quadrático	0,090	0,324	0,353

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey (P<0,05). CV = coeficiente de variação, NS = não significativo.

Resultado semelhante foi observado por Brenes et al.³³, ao suplementarem a ração de frangos com 0,6; 1,8 e 3,6 g/kg de extrato comercial de semente de uva, contendo 95% de fenóis totais. Os autores não observaram efeito dos tratamentos sobre o peso relativo do fígado.

Também Zanetti³⁴, ao suplementar rações de frangos de corte com semente de resíduo de maracujá, não verificou alteração no peso do fígado e do intestino aos 21 dias de idade. Porém, observou aumento no peso do fígado aos 42 dias de idade, atribuindo esse efeito à presença de elevado teor de lipídeos, principalmente ácidos graxos poli-insaturados (64,38%) na semente de resíduo de maracujá.

Ainda na Tabela 05, observou-se que aos sete dias de idade as aves suplementadas com 1.000 mg/kg do EGPCF apresentaram maior comprimento do intestino em relação ao grupo controle ($p < 0,05$), no entanto, não foi observado efeito significativo entre os níveis do extrato com a regressão ($p > 0,05$). A partir desse resultado, sugere-se que o EGPCF agiu sobre a mucosa intestinal seja pela redução de radicais livres ou microorganismos patogênicos, favorecendo a divisão mitótica das vilosidades no intestino, proporcionando aumento no seu comprimento.

O comprimento do intestino delgado pode ser considerado um parâmetro indicador do bom desenvolvimento da mucosa intestinal, com reflexo direto na saúde intestinal e absorção dos nutrientes, pois quanto maior o intestino, maior é a área de exposição dos nutrientes às células absorptivas³⁵.

3.4. Peso relativo de órgãos linfóides

A inclusão dos níveis de EGPCF não influenciou o peso relativo da bursa de Fabricius e do timo aos sete dias de idade e peso do baço, da bursa de Fabricius e timo aos 21 dias de idade ($p > 0,05$) (Tabela 06), também não foi observado efeito significativo dos níveis do extrato com a análise de regressão ($p > 0,05$). No entanto, o peso relativo do baço de frangos alimentados com ração suplementadas com 600 mg/kg foi maior do que os de aves do grupo controle ($p < 0,05$).

O maior peso do baço observado pode estar relacionado com o estímulo à imunidade ocasionada pelos compostos fenólicos. O peso de órgãos linfóides reflete a capacidade do organismo em produzir células linfóides durante uma resposta imune³⁶. Brenes et al.³³ também observaram maior peso do baço de frangos alimentados com extrato de resíduo de uva, os autores atribuíram esse efeito a imunoestimulação causada pelo extrato.

TABELA 06 - Peso relativo do baço, da bursa e do timo de frangos de cortes aos sete e 21 dias de idade alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado

Tratamentos	Peso Baço (%)	Peso Bursa (%)	Peso Timo (%)
7 dias de idade			
Controle	0,08b	0,19	0,46
120 mg/kg vit. E	0,09ab	0,21	0,56
600 mg/kg	0,11a	0,20	0,45
800 mg/kg	0,09ab	0,17	0,39
1.000 mg/kg	0,09ab	0,18	0,51
Valo de P	0,019	0,409	0,271
CV(%)	16,87	18,70	28,60
Regressão	NS	NS	NS
Linear	0,082	0,600	0,823
Quadrático	0,070	0,671	0,696
21 dias de idade			
Controle	0,11	0,22	0,40
120 mg/kg vit. E	0,10	0,18	0,33
600 mg/kg	0,10	0,22	0,36
800 mg/kg	0,11	0,23	0,51
1.000 mg/kg	0,11	0,24	0,38
Valor de P	0,991	0,440	0,230
CV(%)	26,49	26,81	27,9
Regressão	NS	NS	NS
Linear	0,872	0,456	0,224
Quadrático	0,710	0,628	0,655

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey ($P < 0,05$). CV = Coeficiente de variação.

3.5. Avaliação histomorfométrica do intestino delgado

A altura de vilos, profundidade de cripta e relação vilo/cripta do duodeno e íleo e profundidade de cripta do jejuno aos sete dias de idade não foram influenciados pelos tratamentos ($p > 0,05$) (Tabela 07).

No entanto, a altura de vilos no jejuno de frangos que foram alimentados com ração contendo 800 mg/kg do EGPCF foi maior em relação aos grupos controle e 1.000 mg/kg do extrato ($p < 0,05$). A profundidade de cripta foi maior no intestino dos frangos suplementado com vitamina E em relação aos grupos controle e 600 ou 1.000 mg/kg do extrato ($p < 0,05$). Não foi verificado efeito entre os níveis do extrato com a análise de regressão ($p > 0,05$).

Aos 21 dias de idade observa-se que a altura de vilos, profundidade de criptas e relação vilo/cripta do duodeno e altura de vilos e relação vilo/cripta do jejuno foram influenciadas pelos tratamentos ($p < 0,05$) e, não foi observado efeito entre os níveis do extrato com a análise de regressão ($p > 0,05$). No duodeno, os frangos que foram alimentados com rações contendo 800 ou 1.000 mg/kg do EGPCF apresentaram maior altura de vilos em relação ao grupo controle. A profundidade de cripta foi menor no duodeno de frangos suplementados com a vitamina E, em relação ao grupo controle. A relação vilo/cripta foi menor no duodeno de frangos suplementados com 800 ou 1.000 mg/kg do extrato ou a vitamina E, quando comparado com as aves que receberam ração basal.

TABELA 07 - Altura de vilo (Vilo), profundidade de cripta (Cripta) e relação vilo/cripta (V/C) do duodeno, jejuno e íleo de frangos aos sete e 21 dias de idade alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado

Tratamentos	Duodeno			Jejuno			Íleo		
	Vilo (μm)	Cripta (μm)	V/C	Vilo (μm)	Cripta (μm)	V/C	Vilo (μm)	Cripta (μm)	V/C
7 dias de idade									
Controle	973,5	241,7	4,02	585,5b	210,2	2,79b	476,9	177,3	2,72
120 mg/kg vit. E	1.080,9	259,4	4,18	658,7ab	190,7	3,48a	547,9	193,3	2,84
600 mg/kg	983,5	235,0	4,29	619,0ab	211,2	2,93b	547,4	185,9	2,99
800 mg/kg	992,4	240,0	4,07	696,4a	219,1	3,17ab	516,2	176,3	2,91
1.000 mg/kg	974,7	276,9	3,88	583,2b	206,0	2,85b	529,5	196,8	2,69
Valor P	0,766	0,060	0,886	0,025	0,181	0,004	0,496	0,223	0,695
CV(%)	16,37	10,37	16,94	10,35	9,48	10,33	14,69	9,83	15,16
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Linear	0,998	0,124	0,857	0,335	0,982	0,282	0,266	0,199	0,851
Quadrático	0,567	0,524	0,373	0,092	0,520	0,197	0,448	0,437	0,991
21 dias de idade									
Controle	980,9c	302,0a	3,29c	888,2ab	233,2	3,89ab	612,7	198,9	3,09
120 mg/kg vit. E	1.078,3bc	238,8b	4,51ab	909,9a	246,2	3,72ab	660,7	191,8	3,45
600 mg/kg	1.038,0c	272,1ab	3,89bc	777,6b	250,9	3,02b	621,2	196,9	3,18
800 mg/kg	1.346,6a	259,4ab	4,84a	952,6a	214,2	4,55a	679,8	216,1	3,17
1.000 mg/kg	1.220,9ab	259,9ab	4,71ab	918,5a	211,6	4,35a	656,3	187,8	3,49
Valor P	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,060	<0,001	0,391	0,073	0,283
CV(%)	7,61	11,29	11,71	7,15	11,81	13,88	10,34	8,62	11,70
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Linear	0,100	0,081	0,101	0,499	0,184	0,080	0,185	0,864	0,187
Quadrático	0,633	0,697	0,759	0,100	0,102	0,100	0,884	0,232	0,344

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey ($p < 0,05$). CV = Coeficiente de variação. NS = não significativo.

No jejuno, a altura de vilos das aves suplementadas com 600 mg/kg do extrato foi menor do que a dos frangos que receberam vitamina E e os outros níveis do extrato. Além disso, as aves que foram alimentadas com ração contendo 800 e 1.000 mg/kg do extrato apresentaram maior relação vilo/cripta aos 21 dias de idade.

A maior altura de vilos pode estar relacionada com a maior e mais acelerada renovação celular. O equilíbrio entre o processo de proliferação e extrusão celular mantém o tamanho dos vilos e, portanto, mantém a capacidade digestiva e absorptiva intestinal. O desequilíbrio no *turnover* constante (proliferação e extrusão celular) favorecendo um desses dois processos ocasionará modificação na altura dos vilos, prejudicando o funcionamento normal do intestino³⁷.

As vilosidades intestinais estão constantemente sendo renovadas, há a perda de células no ápice dos vilos e sendo os vilos renovados a partir das células das criptas. A velocidade com que ocorre essa renovação determinará o tamanho dos vilos. Quanto maior o tamanho do vilo, maior será a área de absorção de nutrientes e criptas menos profundas indicam melhor estado de saúde intestinal^{38,39}, sendo que, em condições normais a relação vilo/cripta deve ser maior⁴⁰, indicativo de adequada renovação celular.

A integridade intestinal pode ser afetada pela presença de oxidantes na mucosa, o estresse oxidativo no intestino pode ser provocado pela presença dos ácidos graxos da dieta, óleos dietéticos deteriorados e respostas inflamatórias e imunes da parede intestinal às populações bacterianas e protozoárias que colonizam o trato intestinal^{41,42,43}. A adição de antioxidantes na dieta é uma estratégia eficaz para combater os efeitos negativos provocados pela oxidação.

Os compostos fenólicos podem auxiliar no desenvolvimento e saúde da mucosa intestinal de diferentes formas, seja por sua ação antioxidante protegendo as células intestinais de inflamações que podem ser causadas por radicais livres, decorrentes do estresse oxidativo⁴³, ou seja, por sua capacidade antimicrobiana de modular a microbiota intestinal, pela redução de microorganismos patogênicos, o que favorece a integridade do intestino⁴⁴. Dessa maneira, pode-se dizer que os compostos fenólicos presentes no EGPCF na presente pesquisa agiu como um agente trófico indireto na mucosa intestinal, entretanto, estes resultados não se refletiram na metabolização dos nutrientes da ração.

De acordo com Furlan et al.³⁸, agentes tróficos são substâncias capazes de estimular o desenvolvimento intestinal, agem na mucosa intestinal estimulando o processo mitótico que ocorre na região da cripta e ao longo dos vilos, dessa forma há aumento no número de células e tamanho dos vilos aumentando a área de absorção dos nutrientes. Alguns

desses agentes possuem ação trófica direta sobre a mucosa intestinal, induzindo mecanismo de transcrição gênica por meio da ativação de enzimas que participam do processo mitótico na região cripta-vilo, outros agem de forma indireta favorecendo os mecanismos de manutenção da integridade epitelial por meio de uma maior saúde intestinal⁴⁵.

Oliveira²³ não observou diferenças significativas para altura de vilos, profundidade de criptas e relação vilo/cripta no duodeno e jejuno de frangos suplementados com 0; 0,5; 1,0 e 1,5% (0; 5; 10 e 15 g/kg) do subproduto da goiaba, no entanto, observou redução da profundidade de cripta e resposta linear crescente para relação vilo/cripta no ílio. Relacionando esse efeito à adequada taxa de renovação celular e maior capacidade de absorção.

4. CONCLUSÃO

Considerando o ganho de peso de frangos de corte, sugere-se o uso de 715 mg/kg do extrato para a fase inicial. O extrato de goiaba padronizado em composto fenólicos pode ser utilizado em rações para frangos de corte na fase inicial, uma vez que, os níveis de 800 a 1.000 mg/kg melhora o ganho de peso, a conversão alimentar, além de auxiliar no desenvolvimento da mucosa intestinal.

REFERÊNCIAS

1. Francisco VLFS, Baptistella CSL, Amaro AA. A cultura da goiaba em São Paulo. Instituto de Economia Agrícola, 2005. [Acesso 20 jul. 2017]. Disponível em: <http://www.iesa.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1902>.
2. Mantovani JR, Corrêa MCM, Cruz MCP, Ferreira ME, Natale W. Uso fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiabas. Rev. Bras. Frutic. 2004; 26 (2): 339-42.
3. Packer GV, Melo PS, Bergamaschi KB, Selani MM, Villanueva NDM, Alencar SM, Contreras-Castillo, CJ. Chemical characterization, antioxidant activity and application of beetroot and guava residue extracts on the preservation of cooked chicken meat. J. Food Sci. Technol. 2015; 52 (11): 7409-16.
4. Melo OS, Bergamaschi KB, Tiveron AP, Massarioli AP, Oldonir TLC, Zanús MC, Pereira GE, Alencar SM. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. Ciênc. Rural. 2011; 41 (6): 1088-93.
5. Gray JI, Goma EA, Buckley DJ. Oxidative quality and shelf life of meats. Meat Sci. 2002; 43: 111-23.
6. Surai PF. Natural antioxidants in poultry nutrition: new developments. In: 16th European Symposium on Poultry Nutrition. "Local desconhecido". 2007. [Acesso em 25 jul 2017]. Disponível em: [file:///C:/Users/Usurio/Downloads/1_Europ_Strasbourg_Symposium%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usurio/Downloads/1_Europ_Strasbourg_Symposium%20(1).pdf).
7. Durán RM, Padilla RB. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. Grasas e Aceites. 1993; 44 (2): 101-06.
8. Freitas ER, Borges AS, Trevisan MTS, Watanabe PH, Cunha AL, Pereira ALF, Abreu VK, Nascimento GAJ. Extratos etanólicos da manga como antioxidantes para frangos de corte. Pesq. Agropec. Bras. 2012; 47 (8): 1025-30.
9. Nascimento RJ, Araújo CR, Melo EA. Atividade antioxidante de extratos de resíduo Agroindustrial de goiaba (*psidium guajava* L.). Alim. Nutr. 2010; 21 (2): 209-16.
10. Sousa MSB, Vieira LM, Silva MJM, Lima A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. Ciênc. agrotec. 2011; 35 (3): 554-59.
11. Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT, Euclides RF. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais de Aves e Suínos (Tabelas Brasileiras). 3ª ed. Viçosa: UFV – Imprensa Universitária; 2011. 252p.
12. Sakomura NK, Rostagno HS. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep; 2007. 283 p.

13. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3ª ed. Viçosa: UFV; 2002. 165p.
14. Matterson LD, Potter LM, Stutz MW, Singsen E.P. The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens. Research Report, Storrs, Connecticut, The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11.
15. Noy Y, Sklan D. Nutrient use in chicks during the first week posthatch. Poultry Science, Champaign, v. 81, p. 391-399, 2002.
16. Luna LG. Manual of Histologic. Staining Methods of the Armed Forces. Institute of Pathology. 3ª ed. New York: Mc Graw-Hill, 1968. 258 p.
17. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. Int. J. food microbiol. 2004; 94 (3): 223-53.
18. Starcevic K, Krstulovic L, Brozic D, Mauric M, Stojevic Z, Mikulec Z, Bajic M, Masekc T. Production performance, meat composition and oxidative susceptibility in broiler chicken fed with different phenolic compounds. J. Sci. Food Agric. P. 1-7.
19. Leshchinsky TV, Klasing KC. Relationship Between the Level of Dietary Vitamin E and the Immune Response of Broiler Chickens. Poult. Sci. 2001; 80: 1590-99.
20. Zhang XH, Zhong X, Zhou YM, Du HM, Wang T. Effect of RRR- α -tocopherol succinate on the growth and immunity in broilers. Polt. Sci. 2009; 88 (5): 959-66.
21. Franco LG. Medidas adotadas na nutrição animal visando à saúde intestinal. 2010. [Acesso 01 set 2017]. Disponível em: <http://s101599.gridserver.com/medidas-adotadas-na-nutricao-animal-visando-a-saude-intestinal/>.
22. Gomez-Juaristi M, Martinez-Lopez S, Sarria B, Bravo L, Mateos R. Absorption and metabolism of yerba mate phenolic compounds in humans. Food chem. 2017. 08-8146(17): 1-37.
23. Oliveira MD. Efeito antioxidante do subproduto da goiaba na dieta de frangos sobre o desempenho e qualidade de carne. [Dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia; 2015. [Acesso 30 jul 2017]. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5405>.
24. Oliveira HD. Extrato do resíduo do processamento da goiaba na alimentação de codornas japonesas. [Dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia; 2016 [Acesso 30 jul 2017]. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5799>.

25. Martínez R, Torres P, Meneses MA, Figueroa JG, Pérez-Álvarez, Viuda-Martos M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food chem.* 2012; 135 (3): 1520-26.
26. Toledo GSP, Costa PTC, Silva LP, Pinto D, Ferreira P, Poletto CJ. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico e/ou fitoterápico como promotores, adicionados isoladamente ou associados. *Ciênc. Rural.* 2007; 37 (6): 1760-64.
27. Bem-Mahdi MH, Djellout B, Bouzagh-Belazouz T, Yahiaoui F, Bem-Mahdi NR. . Intérêt de l'huile essentielle de thym dans l'amélioration des performances zootechniques et sanitaires du poulet de chair. *Livestock Research for Rural Development.* 2010; 22 (6): 122.
28. Benevides CMJ, Souza MV, Souza RDB, Lopes MV. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. *Segur. Aliment. Nutr.* 2011; 18 (2): 67-79.
29. Bennik A. Interaction of plant polyphenols with salivary proteins. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine.* 2002; 13 (2): 184-96.
30. Brenes A, Viveros A, Goñi I, Centeno C, Sáyago-Ayerdy SG, Arija I, Saura-Calixto F. Effect of Grape Pomace Concentrate and Vitamin E on Digestibility of Polyphenols and Antioxidant Activity in Chickens. *Polt. Sci.* 2008; 87: 307-16.
31. Vale PACB, Soares RTRN, Brêtas AA, Cabral NO, Vieites FM, Bonaparte TP, Mota T. Óleos essenciais em dietas para leitões recém-desmamados. *Gl. Sci. Technol.* 2010; 03 (03): 75-83.
32. Reed JD. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *J. Anim Sci.* 1995; 73 (5): 1516-28.
33. Brenes A, Viveros A, Goñi I, Centeno C, Saura-Calixto I, Arija I. Effect of grape seed extract on growth performance, protein and polyphenol digestibilities, and antioxidant activity in chickens. *J. agric. res.* 2010; 8 (2): 326-33.
34. Zanetti LH. Resíduo da semente de maracujá na alimentação de frangos de corte e poedeiras comerciais. [Dissertação]. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias; 2015 [Acesso 20 agost 2017]. Disponível em: [file:///C:/Users/Usurio/Downloads/Leonardo%20H.%20Zanetti%20\(12\).pdf](file:///C:/Users/Usurio/Downloads/Leonardo%20H.%20Zanetti%20(12).pdf).
35. Gomes JDF, Putrino SM, Martelli MR, Ishi MP, Sobral PJA, Fukushima RS. Morfologia de órgãos digestivos e não digestivos de suínos de linhagens modernas durante as fases de crescimento, terminação e pós-terminação. *Acta Sci. Anim. Sci.* 29 (3): 261-66.
36. Ribeiro PAP, Logato PVR, Paula DAJ, Costa AC, Murgas D, Freitas RTF. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de tilápias-do-nilo. *Ver. Bras. Zootec.* 2008; 37 (8): 1331-37.

37. Maiorka A, Boleli IC, Macari M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap.5, p. 75-92.
38. Furlan RL, Macari M, Luquetti BC. Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de exclusão competitiva. In: 5º Simpósio Técnico de Incubação, matrizes de corte e nutrição, 2004, Balneário Camboriú. Balneário Camboriú: Simpósio Técnico de Incubação [online]. [Acesso 20 agosto 2017] Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais1004_acave_furlan.pdf.
39. Viola ES, Vieira SL. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. Ver. Bras. Zootec. 2007; 36 (4): 1097-04.
40. Kuzmuk KN, Swanson KS, Tappenden KA, Schook LB, Fahey GC. Diet and age affect intestinal morphology and large bowel fermentative end-product concentrations in senior and young adult dogs. J. Nutr. 2005; 135 (8): 1940-45.
41. Kanner J, Lapidot T. The stomach as a bioreactor: dietary lipid peroxidation in the gastric fluid and the effects of plant-derived antioxidants. Free Radic. Biol. Med. 2001; 31 (11): 1388– 95.
42. Kimura T, Lida K, Takei Y. 1984. Mechanisms of adverse effects of air-oxidized soy bean oil-feeding in rats. J. Nutr. Sci. 1984; 30 (2): 125– 33.
43. MCLean JA, Karadas F, Surai PF, McDevitt RM, Speakea BK. Lipid-soluble and water-soluble antioxidant activities of the avian intestinal mucosa at different sites along the intestinal tract. 2005; 141 (3): 366 – 72.
44. Lee HC, Jenner A M., Lowa CS, Lee YK. Effect of tea phenolics and their aromatic fecal bacterial metabolites on intestinal microbiota. Res. Microbiol. 2006; 157 (9): 876–84.
45. Maiorka A. Impacto da saúde intestinal na produtividade avícola. In: V Simpósio Brasil sul de avicultura; 2004; Chapecó, Brasil. Chapecó. [Acesso 23 agosto 2017]. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais_V_bsa_Alex.pdf.

CAPÍTULO 4 – DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARÇAÇA E QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO EXTRATO DE GOIABA PADRONIZADO EM COMPOSTOS FENÓLICOS

RESUMO: Objetivou-se avaliar o desempenho, rendimento de carcaça, perfil sanguíneo e qualidade de carne de frangos alimentados com rações suplementadas com extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos. Foram utilizados 600 pintos, machos, Cobb-500[®] com um dia de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições com 24 aves. Os tratamentos foram ração basal (controle), ração basal com 200 mg/kg de vitamina E e ração basal com três níveis de extrato de goiaba padronizado (1.000, 1.300 e 1.600 mg/kg de ração). Foi avaliado o desempenho aos sete, 21, 35 e 42 dias de idade, o rendimento de carcaça e corte, bioquímica sanguínea e perfil de ácidos graxos da ração aos 42 dias de idade, pH e cor da carne 24 horas após o abate, oxidação lipídica e perfil de ácidos graxos da carne de peito e coxa/sobrecoxa aos 42 dias de idade após 30 e 60 dias de armazenamento. Os dados foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas pelo teste Tukey e foi realizada regressão para os níveis do extrato. O desempenho aos sete, 21, 35 e 42 dias de idade, o rendimento de carcaça e o perfil de ácidos graxos da ração não foram influenciados pelos tratamentos. Aves suplementadas com 1.600 mg/kg de extrato apresentaram maiores níveis de proteínas totais, no soro sanguíneo, em relação aos grupos controle e/ou 1.000 mg/kg. Foi observado melhor resultado de globulinas, no soro sanguíneo em frangos alimentados com ração suplementada com 1.600 mg/kg de extrato de goiaba padronizado. A concentração de lipoproteína de alta densidade (HDL) no sangue foi maior em frangos suplementados com 1.600 mg/kg do extrato em relação aos grupos controle e 1.000 mg/kg do extrato. Observou-se que houve alteração do pH no músculo do peito de frangos e na coxa/sobrecoxa, com a suplementação do extrato sem alteração na cor da carne. A oxidação lipídica, após o armazenamento da carne em 30 e 60 dias, foi maior na coxa/sobrecoxa dos frangos suplementados com 1.600 mg/kg do extrato de goiaba padronizado em relação ao controle e vitamina E. A concentração dos ácidos graxos saturados Esteárico (C18:0) e Behênico (C22:0) e monoinsaturado Cis - Vacênico (C18:1 n7) reduziu na coxa/sobrecoxa armazenada por 30 dias, de frangos que receberam os maiores níveis do extrato. Também houve redução dos ácidos graxos poli-insaturados Adrênico (C22:4 n6), Clupanodônico (C22: 5 n3) e Docosaheptaenóico (C22: 6 n3) na coxa/sobrecoxa armazenada por 60 dias, de frangos que receberam os maiores níveis do extrato. O extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos, nas doses estudadas, não alterou o desempenho e não melhorou a qualidade da carne, quando armazenada congelada durante 30 e/ou 60 dias.

Palavras-chave: antioxidantes, oxidação lipídica, *Psidium guajava* L

CHAPTER 4 - PERFORMANCE, CARCASS YIELD AND QUALITY OF MEAT OF CHICKENS FED ON DIETS CONTAINING GUAVA EXTRACT STANDARDIZED ON PHENOLIC COMPOUNDS

ABSTRACT: The objective was to evaluate performance, carcass yield, blood profile and meat quality of chickens fed on diets supplemented with guava extract standardized on phenolic compounds. A total of 600 one-day-old male chicks, Cobb-500® were distributed in a completely randomized design with five treatments and five replicates with 24 chicken. Treatments were, basal ration (control), basal ration with 200 mg/kg of vitamin E, and basal ration with three levels of guava residue extract (1,000, 1,300 and 1,600 mg/kg of feed). Performance was evaluated at seven, 21, 35 and 42 days old, carcass yield and cut, blood biochemistry, diet fatty acid profile at 42 days old, pH and meat color were evaluated 24 hours after slaughter, lipid oxidation profile, fatty acid profile of breast/drumstick/thigh at 42 days of age, after 30 and 60 days of storage. Data were submitted to variance analysis; average compared by Tukey test, and regression was used for the extract levels. Performance at seven, 21, 35 and 42 days old, carcass yield, fatty acid profile of diet were not influenced by treatments. Broilers supplemented with 1600 mg/kg extract had higher total protein levels in blood serum than those control or 1,000 mg/kg. A better globulin result in blood serum was observed in broilers fed on diet supplemented with 1600 mg/kg of extract. Concentration of high density lipoprotein (HDL) in the blood was higher in broilers supplemented with 1600 mg/kg of extract, than that in control group with 1000 mg/kg of the extract. It was observed that there was alteration of pH on breast/drumstick/thigh, on broilers supplemented with extract, without meat quality alteration. Lipid oxidation after meat storage for 30 and 60 days was higher in drumstick/thigh of broilers supplemented with 1,600 mg/kg of extract in relation to control and vitamin E. The concentration of saturated stearic (C18: 0) and Behenic (C22: 0) and monounsaturated fatty acids Cis - Vacenic (C18: 1 n7) reduced in the drumstick/thigh stored for 30 days, chickens that received the highest levels of the extract. There was also a reduction of the adrenal (C22: 4 n6), Clupanodonic (C22: 5 n3) and Docosahexaenoic (C22: 6 n3) polyunsaturated fatty acids in the drumstick/thighs stored for 60 days, of broilers that received the highest levels of the extract. Guava extract standardized on phenolic compounds at the doses studied did not alter performance and did not improve meat quality when stored frozen for 30 and / or 60 days.

Key words: antioxidants, lipid oxidation, *Psidium guajava* L

1. INTRODUÇÃO

As agroindústrias brasileiras de beneficiamento da goiaba para a produção de produtos, como doces, geleias e sucos, geram por ano grande quantidade de resíduos orgânicos sólidos que normalmente são descartados em locais impróprios, sem nenhum tipo de tratamento, e podem ser fonte de contaminação para o meio ambiente. Para essas indústrias, esse material é considerado resíduo porque para eles não apresentam valor econômico algum, entretanto, são substâncias com potencial para serem aplicados na produção de novos produtos farmacêuticos, cosméticos e alimentícios.

Os resíduos agroindustriais da goiaba contém uma série de componentes biologicamente ativos, dentre os quais, destacam os compostos fenólicos, com atividade antimicrobiana e principalmente antioxidante¹. Os compostos fenólicos são substâncias produzidas pelo metabolismo secundário das plantas, em virtude da sua natureza química, podem atuar interrompendo a cadeia da reação de oxidação por meio da doação de hidrogênio aos radicais livres, convertendo-os em produtos termodinamicamente estáveis, podem se complexar com metais, componentes iniciadores da oxidação lipídica, além disso, podem atuar como inibidores de enzimas geradoras de radicais livres como as lipoxigenases, e estimular enzimas antioxidantes endógenas².

A oxidação é um processo normal que ocorre no organismo animal, como consequência do metabolismo natural, mas em certas circunstâncias suas reações podem causar danos às estruturas celulares, tecidos e destruição de constituintes importantes dos alimentos como as vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais^{3,4}.

A rancidez oxidativa que ocorre nos produtos alimentares como a carne é uma das principais preocupações em tecnologia de alimentos. A oxidação lipídica é responsável por causar odores e sabores desagradáveis em produtos cárneos, com consequente diminuição do tempo de vida de prateleira, segurança e qualidade nutricional⁵. Além disso, a oxidação lipídica está inter-relacionada com a oxidação do pigmento muscular a mioglobina, promovendo alteração na cor de carnes, aspecto que influencia diretamente a decisão de compra e aceitação final do produto pelo consumidor⁶.

A carne de frangos particularmente é rica em ácidos graxos poli-insaturados, portanto, é mais susceptível a oxidação lipídica. Na tentativa de controlar as perdas na qualidade, as indústrias de alimentos utilizam aditivos de origem sintética com propriedades antioxidantes, sendo os mais utilizados o butilato de hidroxianisol (BHA) e o butilato de hidroxitolueno (BHT)⁷. De maneira geral, os antioxidantes preservam a qualidade dos

alimentos em função da sua capacidade de doar átomos de hidrogênio aos radicais livres, sendo o íon oxidado estável, incapaz de propagar a reação de oxidação⁸.

Entretanto, existe uma preocupação mundial com relação à segurança e toxicidade com uso de antioxidantes sintéticos em alimentos, além da constante busca do consumidor por produtos considerados mais seguros e saudáveis^{9,10}, o que têm despertado o interesse pelo uso de antioxidantes naturais. Entre eles destacam-se a vitamina E e C e os compostos fenólicos. Nos últimos anos muitos estudos foram realizados para avaliar as propriedades antioxidantes de produtos naturais, seja na forma de extrato em pó, aquoso, alcoólico ou hidroalcoólico^{5,6,10,11,12,13}.

Alguns estudos *in vitro* demonstraram que os resíduos de goiaba apresentam elevada atividade antioxidante^{1,14,15}. Pesquisas com a aplicação de extrato obtido a partir de resíduo agroindustrial de goiaba diretamente na carne foram realizadas por Packer et al.¹⁶ e Amador¹⁷, que verificaram que o extrato aquoso e extrato em pó de resíduos agroindustriais de goiaba foi capaz de retardar a oxidação lipídica em carne da coxa e em carne do peito e sobrecoxa de frangos, respectivamente.

No entanto, poucos são os trabalhos com a utilização de extrato de resíduo de goiaba na alimentação animal, visando melhorar não somente a qualidade dos produtos como também o desempenho. Foi demonstrado no capítulo 3, que a adição de 600, 800 ou 1.000 mg/kg do extrato de resíduo de goiaba em rações para frangos de corte, foi capaz de melhorar o ganho de peso e a conversão alimentar na fase pré-inicial.

Nesse contexto, a utilização de resíduos agroindustriais de goiaba na produção avícola pode ser uma alternativa viável para minimizar impactos ambientais gerados pelo processamento da goiaba, além de agregar valor a matérias-primas que normalmente são descartadas. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito da suplementação do extrato padronizado em compostos fenólicos de resíduo de goiaba em rações para frangos de corte, sobre o desempenho, rendimento de carcaça, perfil sanguíneo e qualidade de carne.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local, animais e delineamento experimental

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Goiás (UFG), protocolo número 030/2015 e conduzido no galpão experimental do setor de avicultura da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia - Goiás. O galpão era de alvenaria, com cobertura de telha de barro, piso em concreto, paredes teladas, cortinas laterais, nebulizadores e exaustores, com dimensões internas de 24 x 6,65 m (159,60 m²), divididos em 25 boxes de 2,10 x 2,50 m cada (5,25 m²), com mureta em alvenaria de 0,20 m, tela de arame de 0,80 m de altura e pé direito de 2,60 m. os boxes eram equipados com bebedouros pendulares e comedouros tubulares.

Foram utilizados 600 pintos de corte machos, da linhagem Cobb-500[®] com um dia de idade com peso médio inicial de 48 g. Os pintos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo a parcela constituída por 24 aves, em uma densidade de 4,5 aves/m², a cama utilizada foi a de palha de arroz.

2.2. Tratamentos e rações experimentais

Os tratamentos utilizados foram: ração basal (controle), ração basal suplementada com 200 mg/kg de vitamina E (controle positivo), ração basal suplementada com 1.000, 1.300 e 1.600 mg de extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos (EGPCF)/kg de ração.

O extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos foi obtido a partir do resíduo agroindustrial da goiaba cedidos pela empresa Predilecta Alimentos[®] localizada em Matão-SP, posteriormente, o resíduo foi seco em estufa a 40°C, por um período de 72 horas, moído, submetido à extração por percolação e padronizado quanto ao seu conteúdo em compostos fenólicos no Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais da Faculdade de Farmácia – UFG.

O produto resultante, o extrato líquido, apresentou 0,45% de fenóis totais, 0,85% de taninos, 5,97% de flavonoides, atividade antioxidante DPPH (IC₅₀) = 21,7 µg/mL e FRAP = $1,6 \times 10^7$ µM Fe₂SO₄/g de amostra, 2,6% de proteína bruta e 3,0% de extrato etéreo, além de ácidos graxos saturados mirístico (0,91%), palmítico (29,69%), esteárico (5,87%), margárico (0,34%), araquídico (0,86%) e behênico (0,34%); monoinsaturados palmitoléico

(0,69%), oléico (8,08%), heptadecenóico (0,27%), petroselínico (0,93%) e gadoléico (0,23%); e poli-insaturados linoléico (40,50%) e linolênico (8,27%).

As rações experimentais foram isonutritivas e formuladas à base de milho e farelo de soja, para atender as exigências nutricionais de frangos de corte, seguindo as recomendações de Rostagno et al.¹⁸ (Tabela 1). O programa alimentar compreendeu quatro fases: ração pré-inicial (1 a 7 dias de idade); ração inicial (8 a 21 dias de idade); ração crescimento (22 a 35 dias) e ração final (36 a 42 dias de idade). O extrato de resíduo de goiaba e a vitamina E foram adicionados à ração em substituição ao amido. Para incorporar o extrato à ração, primeiramente foi adicionado ao milho, depois de homogeneizados foram adicionados aos demais ingredientes no misturador.

TABELA 01 - Composição percentual e valores nutricionais calculado das rações basais

Ingredientes (%)	Fases de criação em dias			
	1 a 7	8 a 21	22 a 35	36 a 42
Milho	54,73	58,87	61,06	66,50
Farelo de soja 45%	38,34	34,85	31,71	27,37
Óleo de soja	2,33	2,28	3,41	2,91
Fosfato bicálcico	1,81	1,43	1,21	1,01
Calcário calcítico	0,97	0,97	0,91	0,81
Sal comum	0,51	0,48	0,46	0,44
DL-Metionina 99%	0,34	0,26	0,23	0,22
L-Lisina HCL 78%	0,28	0,21	0,19	0,23
L-Treonina 98,5%	0,11	0,07	0,04	0,05
¹ Premix vitamínico e mineral	0,40	0,40	0,60	0,20
Amido	0,18	0,18	0,18	0,18
TOTAL (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.950	3.000	3.100	3.150
Proteína bruta (%)	22,20	20,80	19,50	18,00
Cálcio (%)	0,92	0,82	0,73	0,63
Fosforo disponível (%)	0,47	0,39	0,34	0,29
Lisina Digestível (%)	1,31	1,17	1,07	1,01
Metionina + Cistina Digestível (%)	0,94	0,85	0,78	0,74
Metionina Digestível (%)	0,65	0,55	0,51	0,47
Treonina Digestível (%)	0,85	0,76	0,70	0,65
Triptofano Digestível (%)	0,25	0,23	0,21	0,19
Sódio (%)	0,22	0,21	0,20	0,19

¹ Suplemento vitamínico – mineral: níveis de garantia por quilograma de produto: 5.500.000 UI Vitamina A, 1.000.000 UI Vitamina D3, 3.750 mg Vitamina E, 1.250 mg Vitamina K3, 500 mg Vitamina B1, 2.500 mg Vitamina B2, 750 mg Vitamina B6, 7.500mcg Vitamina B12, 17.500 mg Niacina, 6.500 mg Pantotenato de cálcio, 250 mg Ácido fólico, 150.000 mg Cloreto de colina 50%, 100 mg Selênio, 2.000 mg Antioxidante, 1.000 g Veículo q.s.p., Manganês 32.500mg, Zinco 22.500mg, Ferro 25.000mg, Cobre 3.000mg, Iodo 500mg.

2.3. Manejo experimental

As aves receberam ração e água a vontade durante todo o período experimental, sendo os comedouros abastecidos com ração duas vezes ao dia (8:00 e 18:00 horas), para evitar desperdícios, a mortalidade foi anotada diariamente. O programa de luz adotado foi o de 24 horas de claridade durante todo o período experimental.

2.4. Variáveis estudadas

2.4.1. Desempenho

No primeiro, sétimo, 14^o; 21^o; 28^o; 35^o e 42^o dia de idade foi realizada pesagens das aves, das rações fornecidas e sobras para cálculo dos dados de desempenho zootécnico (peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar corrigida e viabilidade).

Para o desempenho das aves foi considerado:

- Peso final: obtido dividindo-se o peso total das aves da gaiola, pelo número final de aves na parcela;
- Ganho de peso: calculado pela diferença entre o peso final e o peso inicial das aves e dividido pelo número médio de aves;
- Consumo de ração: obtido pela diferença entre a quantidade de ração oferecida no início e as sobras ao final de cada fase e considerando o número de aves mortas no intervalo como critério para correção dos valores de consumo;
- Conversão alimentar: obtido pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso, corrigida pelo peso total das aves mortas;
- Viabilidade: obtido por meio da subtração de 100% do valor da mortalidade encontrado.

2.4.2. Perfil bioquímico do sangue

As análises de perfil bioquímico do sangue foi realizada no Laboratório Multiusuário de Patologia Clínica da Escola de Veterinária e Zootecnia - UFG . Aos 42 dias de idade, foi coletado cerca de 5 mL de sangue, por punção cardíaca de duas aves por unidade experimental, totalizando 10 amostras por tratamento, posteriormente, o sangue foi centrifugado a 2.800 rpm por cinco minutos para a obtenção do soro, e em seguida foi armazenado a - 20 °C até o momento da realização das análises.

As análises de albumina, colesterol total, globulinas, lipoproteína de alta densidade (HDL), proteína total e triglicérides foram determinadas utilizando kits comerciais (Labtest) e o equipamento bioquímico utilizado foi o CM 200 (Wiener Lab. Group®. Rosário - Argentina). O VLDL, LDL e relação albumina globulina foram obtidos através das seguintes fórmulas:

$$*HDL = \text{Triglicerédes}/5$$

$$*LDL = \text{Colesterol} - (HDL + VLDL)$$

$$*Relação \text{ albumina globulina} = \text{albumina}/\text{globulinas}$$

2.4.3. Rendimento de carcaça, cortes e gordura abdominal

Ao final do período experimental (42 dias de idade), após seis horas de jejum alimentar, 10 aves de cada tratamento (duas de cada repetição) representando o peso médio da parcela, foram pesadas individualmente, insensibilizadas e sacrificadas por sangria, foram escaldadas, depenadas e evisceradas. Posteriormente, as carcaças foram novamente pesadas sem pés, cabeça e pescoço, realizando-se o rendimento de carcaça, foram pesados também o peito (sem pele e osso), as coxas/sobrecoxas e asas (com pele e com osso).

Para o rendimento de gordura abdominal foi retirado o tecido adiposo em torno da cloaca, da moela, do proventrículo, da Bursa de Fabricius e dos músculos abdominais adjacentes e posteriormente pesados de acordo com Smith¹⁹.

O rendimento de carcaça (sem vísceras, pés, cabeça, pescoço e gordura abdominal), em porcentagem, foi calculado em relação ao peso vivo das aves ao abate, assim como o rendimento de gordura abdominal. Para obtenção dos rendimentos de cortes foi calculada a relação percentual entre o peso de cada uma das partes e o peso da carcaça eviscerada.

2.4.4. Perfil de ácidos graxos das rações

O perfil de ácidos graxos das rações finais foi realizado no Laboratório de Físico-Química do Centro de Pesquisa em Alimentos da UFG. Primeiramente foi realizada a extração dos lipídeos totais utilizando metodologia proposta por Bligh e Dyer²⁰. Posteriormente os lipídeos foram submetidos ao processo de transesterificação para a preparação dos ésteres metílicos de ácidos graxos de conforme Hartman e Lago²¹.

Os ésteres de ácidos graxos foram analisados em Cromatógrafo gasoso (Focus GC Thermo). No momento da injeção das amostras, a temperatura do injetor esteve em 250 °C e o detector de ionização de chamas a 270 °C. A temperatura inicial do forno foi de 100°C durante 10 minutos e programada para elevar-se 3°C por minuto até atingir 240°C, tendo permanecido estável por 30 min. O gás nitrogênio, hidrogênio e ar sintético foram utilizados pelo detector de ionização em chamas, nas proporções 30:30:300 mL/min, respectivamente. O Hidrogênio além de ser utilizado pelo detector de ionização em chamas é o gás arraste e o fluxo é de 1,2 mL/min. A coluna utilizada foi a Rt®-2560, 100 m, 0.25 mm ID e 0.20 µm. A amostra foi injetada a um volume de 1 µL, por meio de um injetor automático. Os ésteres então foram separados em um tempo de 86 min e registrados no computador e as áreas integradas com o auxílio do software CHROMQUEST 4.1. A metodologia utilizada para a realização das análises foi de Joseph e Ackman²². A identificação dos picos foi realizada pela comparação dos tempos de retenção e da área dos picos das amostras com os padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos, por co-cromatografia e tempo de retenção relativo.

2.4.5. Qualidade da carne

2.4.5.1. pH e cor da carne

As análises de pH e cor da carne foram realizadas no Laboratório de Físico-Química do Centro de Pesquisa da UFG, 24 horas *post-mortem* no músculo do peito (*Pectoralis major*) e na coxa/sobrecoxa de cinco aves por tratamento, sob refrigeração de 4°C.

Os valores de pH foram obtidos, por meio da inserção do eletrodo de um pHmetro digital (Hanna, modelo HI99163) em três pontos distintos na parte ventral do músculo do peito e da coxa/sobrecoxa. A cor foi determinada mediante leituras em três pontos diferentes na parte ventral do músculo do peito e da coxa/sobrecoxa, utilizando colorímetro da marca konica Minolta, modelo BC-10 Baking Meter, com ângulo de iluminação de 8° difusa, diâmetro de medição de 8 mm e lâmpada de tungstênio a gás. Os resultados foram expressos em L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) b* (teor de amarelo) de acordo com o sistema de cor CIELAB.

2.4.5.2. Oxidação lipídica - TBARS

A análise de oxidação lipídica foi realizada no Laboratório de Físico-Química do Centro de Pesquisa da UFG. Aos 42 dias de idade foram coletadas amostras do peito e da coxa/sobrecoxa de um frango por repetição, totalizando cinco amostras por tratamento, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos comum e armazenadas congeladas a -20 °C por 30 e 60 dias.

Ao final de cada período de armazenamento foi determinado o grau de oxidação lipídica por meio do teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), que determina a quantidade de malonaldeído formado durante o processo oxidativo, segundo metodologia proposta por Vyncke²³.

Para a realização do teste, foi adicionado em 10 g da amostra triturada 50 mL de solução de ácido tricloroacético (7,5% de TCA e 0,1% de EDTA) e homogeneizado por cinco minutos com o auxílio de um misturador Ultra-Turrax. Posteriormente, a mistura foi filtrada, em 5 mL do filtrado adicionou-se 5 mL de solução de TBA (ácido tiobarbitúrico) a 0,02 M, permanecendo por 10 minutos em banho-maria (100 °C). A absorbância das amostras foi medida a 558 nm de comprimento de ondas em espectrofotômetro UV/VIS Lambda 25, Perkin Elmer. Para a calibração do espectro foi utilizada a solução “branco” composta por 5 mL TBA e 5 mL de TCA.

A análise de TBARS foi realizada em duplicata e os resultados expressos em miligrama de malonaldeído (MDA) por quilograma da amostra, utilizando como base uma curva padrão.

2.4.5.3. Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos na carne foi realizado no Laboratório de Físico-Química do Centro de Pesquisa da UFG. Para a determinação do perfil de ácidos graxos foi utilizada cinco amostras por tratamento de carne do peito e da coxa/sobrecoxa *in natura*, em cada fase de armazenamento (30 e 60 dias). A metodologia utilizada foi à mesma descrita no item 2.4.4.

2.5. Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey (5%). Homogeneidade das variâncias (Teste de Barlett) e normalidade dos

resíduos (Shapiro-Wilk) foram considerados. A análise de regressão polinomial foi realizada entre os níveis de inclusão do extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos (0; 600; 800 e 1000 mg/kg). Foi utilizado o software estatístico R versão 3.2.3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Desempenho

O desempenho dos frangos não foi influenciado pela adição do extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos (EGPCF), nos períodos de 1 a 7, 1 a 21, 1 a 35 e 1 a 42 dias de idade ($p>0,05$) (Tabela 2) e (Tabela 3). Também não foi observado efeito entre os níveis do extrato com a análise de regressão ($p>0,05$). O extrato de resíduo de goiaba não promoveu melhora no desempenho dos frangos, assim como não prejudicou nenhuma das variáveis estudadas.

TABELA 02 - Desempenho de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, no período de 1 a 7 e 1 a 21 dias

Tratamentos	CR (g)	PF (g)	GP (g)	CA (g/g)	V (%)
1 a 7 dias de idade					
Controle	176,7	213,9	164,9	1,072	100,0
200 mg/kg Vit. E	162,7	203,6	154,2	1,053	97,9
1.000 mg/kg	168,4	213,3	164,0	1,032	100,0
1.300 mg/kg	163,4	207,3	158,5	1,093	98,9
1.600 mg/kg	168,1	197,3	148,9	1,130	100,0
Valor de P	0,539	0,237	0,251	0,403	0,164
CV (%)	7,57	5,53	7,15	7,05	1,39
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS
Linear	0,117	0,100	0,084	0,163	0,541
Quadrática	0,509	0,143	0,163	0,116	0,621
1 a 21 dias de idade					
Controle	1373,9	984,1	930,5	1,463	100,0
200 mg/kg Vit. E	1321,6	941,2	904,8	1,471	97,9
1.000 mg/kg	1342,4	982,9	933,7	1,437	100,0
1.300 mg/kg	1319,7	948,7	907,2	1,466	98,3
1.600 mg/kg	1355,0	983,6	935,1	1,449	99,2
Valor de P	0,070	0,060	0,073	0,461	0,528
CV (%)	1,99	2,38	2,21	2,10	2,22
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS
Linear	0,935	0,559	0,528	0,598	0,357
Quadrática	0,100	0,227	0,156	0,525	0,878

CR= consumo de ração; GP= ganho em peso médio; PF= peso final; CA= conversão alimentar, V= viabilidade. CV = coeficiente de variação. NS = não significativo.

Os efeitos benéficos dos aditivos extraídos de plantas, frutas e especiarias estão associados às diversas classes de princípios ativos, que lhes conferem atividade

antimicrobiana, antifúngica, antiinflamatória e antioxidante^{24,25}. Podem agir estimulando enzimas digestivas e pancreáticas, modular a microbiota intestinal, pela redução de microorganismos patogênicos, com melhora da resposta imune^{26,27}, além de estimular o desenvolvimento das vilosidades intestinais. Assim, na presente pesquisa o EGPCF não ter melhorado o desempenho dos frangos não significa que o mesmo não apresentou essas propriedades, mas que possivelmente, as condições em que as aves foram criadas foram suficientes para que apresentassem o seu máximo potencial.

TABELA 03 - Desempenho de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, no período de 1 a 35 e 1 a 42 dias

Tratamentos	CR (g)	PF (g)	GP (g)	CA (g/g)	V (%)
1 a 35 dias de idade					
Controle	3512,4	2218,3	2169,4	1,619	100,0
200 mg/kg Vit. E	3447,9	2154,3	2104,9	1,633	96,8
1.000 mg/kg	3428,5	2199,5	2150,3	1,594	100,0
1.300 mg/kg	3399,1	2174,7	2125,9	1,599	98,9
1.600 mg/kg	3447,9	2205,5	2156,9	1,599	99,2
Valor de P	0,199	0,234	0,232	0,467	0,218
CV (%)	1,95	1,94	1,99	2,23	2,16
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS
Linear	0,110	0,399	0,408	0,363	0,408
Regressão	0,125	0,479	0,469	0,580	0,883
1 a 42 dias de idade					
Controle	4837,6	2912,8	2863,9	1,689	100,0
200 mg/kg Vit. E	4615,7	2919,4	2869,9	1,608	96,9
1.000 mg/kg	4693,1	2913,9	2864,7	1,638	98,3
1.300 mg/kg	4655,5	2826,0	2777,3	1,676	98,3
1.600 mg/kg	4761,7	2888,6	2840,1	1,677	99,2
Valor de P	0,085	0,144	0,147	0,078	0,590
CV (%)	2,46	2,10	2,13	2,65	2,81
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS
Linear	0,100	0,195	0,199	0,589	0,473
Quadrática	0,090	0,898	0,886	0,125	0,429

CR= consumo de ração; GP= ganho em peso médio; PF= peso final; CA= conversão alimentar, V= viabilidade. CV = coeficiente de variação. NS = não significativo.

Em estudo com resíduos de goiaba, Oliveira²⁸ não observou diferenças nos resultados de desempenho de frangos que foram suplementados com 0; 0,5; 1,0 e 1,5% (0; 5.000; 10.000 e 15.000 mg/kg) do subproduto da goiaba. Oliveira²⁹ também não verificou

alteração no desempenho de codornas japonesas em fase de postura suplementadas com 0; 0,3; 0,6 e 0,9% (0; 3.000; 6.000 e 9.000 mg/kg) de extrato de resíduo de goiaba via ração.

Já Noleto (2018), ao avaliar o desempenho de frangos suplementados com 0; 600; 800 e 1.000 mg/kg de extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos cujo o controle positivo era a vitamina E, verificou que o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos que receberam o extrato foi semelhante aos das aves que receberam a vitamina E e ambos melhor do que o grupo controle na fase pré-inicial. Também observou que à medida que os níveis de suplementação foram aumentados, houve melhora na conversão alimentar. Entretanto, na presente pesquisa, mesmo o extrato sendo utilizado em doses mais alta, não foi observada influência sobre essa variável.

Brenes et al.³⁰, ao suplementarem a ração de frangos com 0,6; 1,8 e 3,6 g/kg de extrato de semente de uva ricos em compostos fenólicos, não verificaram efeito dos tratamentos sobre o desempenho, aos 21 e 42 dias de idade. Os autores atribuíram esse efeito a baixa concentração de compostos fenólicos, sendo incapaz de deprimir o crescimento das aves, pois dependendo da dose, a presença desses compostos na dieta pode ocasionar efeitos metabólicos adversos, como a menor eficiência de nutrientes, principalmente proteínas, o que pode resultar em queda no desempenho.

3.2. Perfil bioquímico sanguíneo

Na Tabela 04, estão apresentados os níveis séricos de proteínas totais, albumina, globulinas e relação albumina/globulinas de frangos alimentados com ração contendo EGPCF. Foi observada influência dos tratamentos sobre as proteínas totais e globulinas ($p < 0,05$), entretanto, não foi verificada diferença entre os níveis do extrato com a análise de regressão ($p > 0,05$).

As aves alimentadas com ração suplementada com 1.600 mg/kg de EGPCF apresentaram maiores níveis de proteínas totais, no sangue, em relação ao grupo controle e grupo que recebeu 1.000 mg/kg do EGPCF na dieta e semelhante ao grupo com vitamina E. Mesmo havendo diferença significativa entre os tratamentos para os níveis de proteínas totais, os mesmos encontraram-se dentro da faixa normal para aves, que pode variar de 2,5 a 4,5 g/dL³¹.

TABELA 04 - Níveis séricos de proteínas no soro sanguíneo de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado

Tratamentos	Proteínas totais (g/dL)	Albumina (g/dL)	Globulinas (g/dL)	Albumina/globulinas (g/dL)
Controle	3,72b	1,35	2,37b	0,59
200 mg/kg Vit. E	3,89ab	1,51	2,39b	0,63
1.000 mg/kg	3,63b	1,40	2,24b	0,63
1.300 mg/kg	4,01ab	1,54	2,47ab	0,64
1.600 mg/kg	4,26a	1,54	2,72a	0,60
Valor de P	0,003	0,07	0,004	0,318
CV (%)	6,12	7,19	7,03	6,86
Regressão	NS	NS	NS	NS
Linear	0,120	0,080	0,203	0,263
Quadrática	0,090	0,419	0,100	0,090

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey (P<0,05). CV = coeficiente de variação. NS = não significativo.

A concentração de proteínas totais no sangue pode ser considerada indicativa de saúde dos animais, pois são substâncias que exercem funções importantes no organismo como: manutenção da pressão osmótica coloidal que mantém o volume sanguíneo dentro dos limites normais, ajudam na regulação do equilíbrio ácido-base do sangue, fazem parte do transporte de hormônios, nutrientes e fármacos, além disso, são indispensáveis para a reação inflamatória, a reação imune e para o processo de cicatrização e reparação tecidual³².

Níveis de proteínas totais abaixo do normal podem representar síndrome nefrótica, hiperidratação, desnutrição, insuficiência renal, distúrbios da síntese proteica e síndromes de má absorção³³. Em contrapartida, o seu aumento pode estar relacionado com desidratação, hiperglobulinemia e hiperalbuminemia, além de infecções agudas³⁴. Levando em consideração que os níveis de proteínas totais estavam dentro do esperado para aves, o extrato não foi prejudicial à saúde dos frangos.

Com relação às globulinas, foi observado maior volume em frangos alimentados com ração suplementada com 1.600 mg/kg de EGPCF quando comparado com as aves do grupo controle e grupos que receberam a vitamina E e 1.000 mg/kg de EGPCF.

As globulinas estão relacionadas com o sistema imune do animal, atuando na formação de anticorpos para proteger o organismo contra infecções. O aumento nos níveis de globulinas observados com o maior nível do extrato pode estar relacionado com a presença de compostos fenólicos. Os flavonóides que fazem parte da classe de compostos fenólicos presente em produtos naturais podem incrementar a função imune, o estímulo ao sistema

imune pode levar ao aumento da síntese de anticorpos pelas aves, o que levaria ao aumento dos níveis séricos de globulinas³¹.

Mahmoud et al.¹¹, ao suplementarem a ração de frangos com 1% de folhas secas de goiaba, verificaram aumento nos níveis séricos de proteínas totais e globulinas. Os autores atribuíram os efeitos positivos da suplementação de folhas de goiaba sobre a imunidade à presença de flavonóides que podem inibir o crescimento de microorganismos.

Com relação aos níveis de lipoproteínas de baixa (LDL) e muito baixa (VLDL) densidade e triglicérides no sangue não foi observado efeito do EGPCF ($p>0,05$), entretanto, a concentração de lipoproteína de alta densidade (HDL) foi maior ($p<0,05$) no soro sanguíneo de frangos que foram alimentados com ração suplementada com 1.600 mg/kg em relação aos grupos controle e 1.000 mg/kg do extrato. A inclusão de 1.300 e 1.600 mg/kg do extrato resultou no aumento do colesterol total, quando comparado com o grupo controle ($p<0,05$) (Tabela 05).

TABELA 05 - Níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), colesterol total e triglicérides no soro sanguíneo de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado

Tratamentos	HDL mg/dL	LDL mg/dL	VLDL mg/dL	Colesterol mg/dL	Triglicérides mg/dL
Controle	77,87b	27,72	10,14	114,88b	50,72
200 mg/kg Vit. E	88,15ab	32,85	9,38	131,99ab	46,90
1.000 mg/kg	78,54b	32,41	9,91	123,55ab	49,53
1.300 mg/kg	87,15ab	37,38	9,85	135,85a	49,24
1.600 mg/kg	92,92a	37,63	10,20	142,90a	51,02
Valor de P	0,015	0,963	0,119	0,006	0,963
CV (%)	8,58	19,19	16,47	7,93	19,19
Regressão	LN ¹	NS	NS	LN ²	NS
Linear	0,003	0,113	0,950	0,001	0,950
Quadrática	0,110	0,847	0,755	0,193	0,755

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey ($P<0,05$). CV = coeficiente de variação. LN = linear. NS = não significativo. ¹Y= 75,7398 + 0,0086 ($R^2= 0,64$); ²Y= 112,2889 + 0,0173 ($R^2=0,86$).

O HDL atua na retirada do colesterol em excesso no organismo, guiando para o fígado onde será degradado³⁵. No presente estudo, a maior concentração do HDL com a maior inclusão do extrato pode estar relacionado com a presença de compostos fenólicos,

principalmente os flavonóides, pois substâncias fenólicas podem reduzir a peroxidação lipídica das lipoproteínas³⁶.

A redução do colesterol pode estar relacionada com a modulação do metabolismo e excreção desses compostos pela presença dos compostos fenólicos (flavonóides) que influenciam o aumento da atividade da enzima lecitina colesterol aciltransferase (LCAT), essa enzima encontra-se presente na superfície do HDL³⁷. Entretanto, mesmo com o aumento do HDL, foi observado aumento do colesterol total em frangos suplementados com 1.300 ou 1.600 mg/kg de extrato.

Com relação à análise de regressão, observou-se efeito linear crescente para HDL e colesterol total, de acordo com as equações $Y = 75,7398 + 0,0086 (R^2 = 0,64)$ e $Y = 112,2889 + 0,0173 (R^2 = 0,86)$, respectivamente. À medida que houve aumento dos níveis de suplementação do EGPCF, foi observado incremento nas concentrações de HDL e colesterol total. Mesmo tendo sido observado aumento no colesterol total, o mesmo se encontra dentro dos valores de referência para a maioria das espécies de aves que é de 100 a 250 mg/dL.

Em estudo com a inclusão de 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 12,5 % de semente de resíduo de maracujá com 4,01 mg AGE/g (ácido gálico equivalente) de compostos fenólicos em rações para frangos de corte Zanetti³⁸ não observou efeito dos tratamentos sobre os níveis séricos de colesterol total, entretanto, foi verificado redução linear da concentração de triglicérides a medida que a quantidade da semente de resíduo de maracujá foi aumentada.

3.3. Rendimento de carcaça e cortes e gordura abdominal

O rendimento da carcaça, cortes (peito, coxa/sobrecoxa e asas) e gordura abdominal aos 42 dias de idade não foram influenciados pelos tratamentos ($p > 0,05$) (Tabela 06), também não foi observada diferença entre os níveis do extrato com a análise de regressão ($p > 0,05$). Resultados semelhantes aos obtidos na presente pesquisa foram observados por Lira et al.³⁹, que não verificaram aumento no rendimento de carcaça, cortes e gordura abdominal, ao suplementarem a ração de frangos de corte com 0; 3; 6; 9 e 12% (0; 30; 60; 90 e 120 g/kg) de resíduo de goiaba.

Do mesmo modo, Camelo et al.⁴⁰ não observaram diferenças no rendimento de carcaça e cortes de codornas europeias alimentadas com ração contendo 0; 2,5; 5; 7,5 e 10% (0; 25; 50; 75 e 100 g/kg) de farelo de resíduo de goiaba.

TABELA 06 - Rendimento de carcaça e cortes e gordura abdominal de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado

Tratamentos	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa/sobrecoxa (%)	Asas (%)	Gordura abdominal (%)
Controle	72,61	33,69	31,68	11,81	1,65
200 mg/kg Vit. E	72,13	32,63	32,26	11,25	2,12
1.000 mg/kg	72,61	34,22	31,75	11,64	1,74
1.300 mg/kg	71,39	34,05	31,97	11,88	2,06
1.600 mg/kg	71,74	34,58	31,13	11,71	1,71
Valor de P	0,284	0,303	0,720	0,086	0,072
CV (%)	1,40	4,31	4,05	3,01	15,29
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS
Linear	0,107	0,405	0,750	0,848	0,297
Quadrática	0,570	0,883	0,480	0,812	0,388

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey ($P < 0,05$). CV= coeficiente de variação. NS = não significativo.

Bébin et al.⁴¹ também não observaram alteração no rendimento de carcaça e corte de frangos alimentados com rações suplementadas com 200 ppm de vitamina E e uma mistura comercial composta por 100 ppm de vitamina E e 8,7 g/kg de compostos fenólicos.

Acredita-se que a adição de extratos vegetais em rações de frangos de corte melhore as características de carcaça, como consequência da melhor digestão e absorção dos nutrientes presentes na dieta, em virtude do estímulo as secreções enzimáticas que princípios ativos presentes podem proporcionar^{42,43}.

3.4. Perfil de ácidos graxos das rações finais

Observa-se que o EGPCF não influenciou o perfil de ácidos graxos das rações experimentais ($p > 0,05$) (Tabela 07), também não houve efeito dos níveis do extrato com a análise de regressão ($p > 0,05$). As fontes lipídicas adicionadas em rações podem influenciar o seu perfil de ácidos graxos e consequentemente, a composição de ácidos graxos da carne de frangos⁴⁴.

As rações utilizadas no presente trabalho foram formuladas para serem isoenergéticas, para tanto, foram utilizadas fontes de gordura de origem vegetal (óleo de soja). O extrato de resíduo de goiaba adicionado às dietas não alterou o teor de ácidos graxos das

rações, mesmo apresentando em sua composição 38,01 %, 10% e 48% de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, respectivamente.

Esses resultados podem explicar a ausência de significância na gordura abdominal de frangos suplementados com extrato de goiaba padronizado. Segundo Murakami et al.⁴⁵, a deposição de gordura abdominal pode ser modificada de acordo com o perfil de ácidos graxos da dieta.

Com relação à razão de ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados e relação ômega 6/ômega 3 não foi observada diferenças entre os tratamentos ($p>0,05$). Valores de relação ômega-6/ômega-3 semelhante ao presente estudo foi observado por Potença et al.⁴⁴ que, ao avaliarem o perfil de ácidos graxos de rações para frangos de corte formuladas com diferentes fontes de lipídios (óleo de soja, óleo de algodão, óleo de vísceras e sebo bovino), verificaram que a ração composta por óleo de soja apresentou relação ômega - 6/ômega – 3 de 13,71.

A relação ômega-6/ômega-3 dos alimentos é muito importante, uma vez que, o desequilíbrio entre a concentração de ácido linoléico (n-6) e ácido linolênico (n-3) pode ocasionar problemas na síntese de outros ácidos graxos, pois n-6 e n-3 competem pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento da cadeia, para a formação de outros ácidos graxos⁴⁶.

TABELA 7 – Composição de ácidos graxos das rações finais suplementadas com extrato de goiaba padronizado

Ácidos graxos	Tratamentos					Valor de P	CV (%)	Regressão	
	Controle	200 mg/kg Vit. E	1.000 mg/kg	1.300 mg/kg	1.600 mg/kg			⁴ LN	⁵ QD
	Saturados (%)								
Mirístico (C14:0)	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,639	9,04	0,252	0,698
Palmitico (C16:0)	12,69	12,90	13,10	13,20	13,84	0,368	4,00	0,378	0,478
Margárico (C17:0)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,736	7,24	0,457	0,570
Estearico (C18:0)	2,43	2,96	2,83	3,01	2,99	0,521	12,6	0,246	0,837
Araquídico (C20:0)	0,52	0,59	0,55	0,53	0,51	0,937	18,9	0,848	0,717
Behênico (C22:0)	0,25	0,27	0,27	0,25	0,28	0,420	5,44	0,416	0,713
Monoinsaturados (%)									
Palmitoléico (C16:1 n7)	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12	0,568	7,66	0,402	0,240
Heptadecanoico (C17:1 n7)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,653	6,38	0,239	0,720
Oléico (C18:1 n9)	26,61	26,28	26,21	25,88	27,23	0,738	3,87	0,507	0,345
Vacênico (C18:1 n 7)	2,19	2,14	2,13	2,11	2,11	0,936	7,45	0,354	0,914
Petroselinico (C18:1 n12)	0,19	0,21	0,16	0,19	0,13	0,435	21,0	0,248	0,578
Poli-insaturados (%)									
Linoléico (C18:2 n6)	49,93	49,94	51,26	51,45	53,07	0,453	3,91	0,446	0,756
Linolénico (C18:3 n3)	3,48	3,46	3,44	3,56	3,59	0,413	4,64	0,802	0,738
ΣAGS ¹	16,05	16,89	16,91	17,17	17,79	0,436	4,90	0,284	0,734
ΣAGMI ²	29,56	29,22	29,10	28,66	30,10	0,804	4,12	0,468	0,397
ΣAGPI ³	52,76	53,41	54,70	55,19	56,67	0,480	3,95	0,468	0,754
AGPI/AGS	3,28	3,160	3,23	3,214	3,18	0,407	1,93	0,213	0,831
Ômega-6/Ômega-3	14,33	14,42	14,90	14,45	14,77	0,100	1,14	0,114	0,669

CV= coeficiente de variação. ¹AGS= ácidos graxos saturados; ²AGMI= ácidos graxos monoinsaturados; ³AGPI= ácidos graxos poli-insaturados. ⁴LN= linear; ⁵QD=quadrático.

CV= coeficiente de variação. ¹AGS= ácidos graxos saturados; ²AGMI= ácidos graxos monoinsaturados; ³AGPI= ácidos graxos poli-insaturados. ⁴LN= linear; ⁵QD=quadrático.

3.5. Qualidade da carne

3.5.1. pH e cor da carne

Observou-se maior pH no músculo do peito de frangos que foram alimentados com ração contendo 1.300 e 1.600 mg/kg do extrato em relação ao grupo que recebeu a vitamina E (Tabela 08). Mesmo havendo diferenças significativas entre os tratamentos, todos os valores de pH se encontram dentro da faixa esperada para carne de peito de frangos de corte após 24 horas de abate, que não deve ser inferior a 5,8 e superior a 6,1. Com relação à análise de regressão não foi observada diferença entre os níveis do extrato ($p>0,05$).

O declínio do pH caracterizado pelas reações químicas que acontecem após a morte do animal é um dos fatores mais importante na transformação do músculo em carne, com efeito decisivo na qualidade futura da carne, sendo esse um dos fatores que podem levar a oxidação dos tecidos musculares e alterações na cor^{47,48,49}. O valor do pH final que ocorre 24 horas após o abate é determinante para as características de cor, maciez, perda de peso por cozimento e capacidade de retenção de água⁵⁰.

TABELA 08 - Médias de pH e cor (L^* , a^* , b^*) da carne de peito de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado

Tratamentos	pH	Cor		
		L^*	a^*	b^*
Controle	5,88ab	48,46	3,12	8,63
200 mg Vit. E	5,81b	48,62	3,18	8,38
1.000 mg/kg	5,88ab	48,08	3,10	7,72
1.300 mg/kg	5,99a	48,27	2,84	7,04
1.600 mg/kg	5,99a	48,53	2,72	7,39
Valor de P	0,005	0,916	0,170	0,374
CV (%)	1,63	2,07	25,56	17,34
Regressão	NS	NS	NS	NS
Linear	0,120	0,954	0,100	0,110
Quadrática	0,435	0,420	0,513	0,713

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey ($p<0,05$). L^ : luminosidade, a^* : teor de vermelho, b^* : teor de amarelo. CV= coeficiente de variação. NS= não significativo.

Carnes que apresentam pH final menor que 5,8 são pálidas, moles e exsudativas (PSE - pale, soft, exudative) devido o pH está próximo do ponto isoelétrico das proteínas

miofibrilares, comprometendo a capacidade das proteínas musculares reterem líquido, o contrário do que ocorre em carnes PSE é observado quando os valores de pH final estão acima de 6,1 que caracteriza uma carne escura, dura e seca (DFD - dark, firm, dry)^{48,49}.

A luminosidade (L^*), o teor de vermelho (a^*) e teor de amarelo (b^*) da carne de peito não foram influenciados pelos tratamentos ($p>0,05$). De acordo com Van Laack et al.⁵¹, quanto menor for o valor de pH maior será a luminosidade, em função da menor capacidade dos músculos reterem água, aumentando assim, a refletância da luz, característica de uma carne PSE. Possivelmente, não houve alteração da cor da carne do peito na presente pesquisa em virtude dos valores de pH se encontrarem dentro da faixa considerada de uma carne normal, a média de L^* observada nesse experimento para carne do peito variou de 48,08 a 48,62. Segundo Quião et al.⁵², esse parâmetro pode variar de 46 a 51 em carne de peito. Além disso, a oxidação do pigmento muscular a mioglobina promove alteração na cor de carnes⁵³, entretanto, no presente trabalho não foi observada mudanças na cor da carne.

Com relação à carne da coxa/sobrecoxa, foi observado maior valor de pH nas aves que receberam ração suplementada com 1.600 mg/kg do EGPCF e vitamina E em relação ao grupo controle ($p<0,05$) (Tabela 09). Apesar de ter sido verificada diferenças entre as médias de pH, os mesmos se encontram dentro do normal para carne da coxa/sobrecoxa que pode variar de 6,02 a 6,25, segundo Castellini et al.⁵⁴.

TABELA 09 - Médias de pH e cor (L^* , a^* , b^*) da carne de coxa/sobrecoxa de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de resíduo de goiaba

Tratamentos	pH	Cor		
		L^*	a^*	b^*
Controle	6,12a	51,69	9,87	9,48
200 mg Vit. E	6,01b	49,79	9,33	8,90
1.000 mg/kg	6,06ab	49,65	8,20	9,16
1.300 mg/kg	6,05ab	49,53	9,35	9,13
1.600 mg/kg	6,04b	49,37	9,48	9,35
Valor de P	0,008	0,060	0,529	0,912
CV (%)	0,64	2,36	14,85	9,74
Regressão	¹ LN	NS	NS	NS
Linear	0,007	0,130	0,255	0,698
Quadrática	0,489	0,404	0,991	0,602

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey ($p<0,05$). L^ : luminosidade, a^* : teor de vermelho, b^* : teor de amarelo. CV= coeficiente de variação. LN = linear. NS = não significativo. ¹Y = 6,1201 – 0,0001x ($R^2 = 0,94$).

De maneira geral, a carne da coxa/sobrecoxa apresentaram maior pH quando comparado a carne do peito, essa diferença pode estar diretamente relacionada com o tipo de fibra encontrado em cada músculo. A coxa/sobrecoxa possui maior quantidade de fibras do tipo I, caracterizada pela maior concentração de pigmentos mioglobina, por isso, é uma carne mais escura, além disso, possui maior irrigação sanguínea, pois a maior parte da sua energia provém do metabolismo aeróbico, o que lhes confere menor potencial glicolítico, resultando em menos glicogênio e menor produção de ácido lático na transformação do músculo em carne, com isso um maior pH⁵⁵.

Não foi observado efeito dos tratamentos ($p>0,05$) sobre os valores de L^* , a^* e b^* da carne de coxa/sobrecoxa (Tabela 08). Possivelmente, porque os valores de pH encontrados estão dentro da normalidade, sabe-se que o pH tem a capacidade de influenciar a estrutura das miofibrilas do músculo e, conseqüentemente a capacidade de retenção de água, causando alteração na cor⁵⁴.

Para Rodrigues et al.⁵⁶, a cor é a característica da carne que reflete a quantidade e o estado químico de seu principal pigmento, a mioglobina, sendo que os músculos mais solicitados apresentam maior proporção de células vermelhas entre as fibras brancas. A coxa e sobrecoxa estão constantemente em movimentação, portanto, apresentam maiores concentrações de mioglobinas, sendo então uma carne mais escura, se comparada com o peito. A mioglobina também pode ser oxidada e causar alteração na cor.

Com relação à análise de regressão, observou-se efeito linear decrescente ($p<0,05$) para os valores de pH na coxa/sobrecoxa, de acordo com a equação $Y = 6,1201 - 0,0001x$ ($R^2 = 0,94$). À medida que foi aumentado os níveis de suplementação do extrato, foram verificados redução do pH. Entretanto, as médias de pH em todos os tratamentos encontraram-se dentro da normalidade. Resultado diferente aos obtidos no presente experimento foi observado por Oliveira²⁸, que não verificaram alteração do pH ao suplementar a ração de frangos com 0; 0,5; 1,0 e 1,5 % (0; 5; 10 e 15 g/kg) de subproduto da goiaba.

3.5.2. Oxidação lipídica

Na Tabela 10, observa-se que a oxidação lipídica na carne do peito que foi armazenada por 30 dias não foi influenciada pelos tratamentos ($p>0,05$). Possivelmente, esse efeito ocorreu em virtude do baixo conteúdo de lipídios nessa parte muscular das aves. Além disso, a carne do peito possui musculatura branca, constituída por fibras glicolíticas, sendo

menos susceptível a oxidação lipídica, diferente da coxa/sobrecoxa que possui musculatura vermelha ou escura constituídas por fibras oxidativas⁵⁵, além de maior teor de lipídios.

Na coxa/sobrecoxa que foram armazenadas por 30 dias, foi verificado que os animais que receberam ração suplementada com 1.300 ou 1.600 mg/kg do EGPCF apresentaram maior média de oxidação em relação aos demais tratamentos ($p < 0,05$). A partir desse resultado, sugere-se que o extrato em maiores níveis apresentou efeito pró-oxidante na carne da coxa/sobrecoxa, uma vez que apresentou maiores valores de TBARS do que no controle. Possivelmente, esse efeito pode ter ocorrido em função dos maiores níveis do extrato apresentarem maior concentração de compostos fenólicos.

A atividade antioxidante de produtos naturais é dose-dependente, assim, altas concentrações de compostos fenólicos podem apresentar efeito pró-oxidantes. De acordo com Surai⁵⁷, a capacidade dos compostos fenólicos para atuar como antioxidantes ou pró-oxidantes *in vitro* ou *in vivo* dependem de fatores como a concentração, estrutura e o teste utilizado. O efeito pró-oxidante de fenóis, principalmente os flavonoides, envolve a sua capacidade de quelar ou reduzir metais, por exemplo⁵⁸.

TABELA 10 - Valores de TBARS (mg de MDA/kg da amostra) na carne de coxa/sobrecoxa e peito de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, armazenadas por 30 dias

Tratamentos	Coxa/sobrecoxa	Peito
Controle	0,230b	0,147
200 mg Vit. E	0,145c	0,077
1.000 mg/kg	0,247b	0,141
1.300 mg/kg	0,361a	0,108
1.600 mg/kg	0,354a	0,135
Valor de P	<0,001	0,136
CV(%)	16,0	33,0
Regressão	NS	NS
Linear	0,100	0,384
Quadrática	0,176	0,809

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey ($P < 0,05$). CV = coeficiente de variação. NS = não significativo.

O modo de ação de antioxidantes naturais derivados de plantas pode variar de acordo com o material de origem, a presença de sinergistas e antagonistas e, a matriz de alimentos a qual será aplicada. Os possíveis efeitos dos antagonistas devem ser cuidadosamente considerados, uma vez que, um antioxidante pode se tornar um pró-oxidante

na presença de certas outras moléculas ou em altas concentrações⁵⁹. De acordo com Cerqueira et al.⁶⁰, pró-oxidantes são substâncias endógenas ou exógenas que possuem a capacidade de oxidar moléculas-alvo.

A inclusão da vitamina E nas rações dos frangos foi a que proporcionou menor oxidação na carne da coxa/sobrecoxa, quando comparado aos demais tratamentos aos 30 dias de armazenamento ($p < 0,05$). Na literatura já estão bem estabelecidos os efeitos positivos da adição de vitamina E para melhorar a estabilidade oxidativa e aumentar o tempo de vida de prateleira de produtos cárneos por meio do sequestro de radicais livres, interrompendo a reação em cadeia da oxidação^{61,62,63,64}.

Resultados semelhantes ao da presente pesquisa foram observados por Souza et al.⁶³, que verificaram que a adição de vitamina E nas doses 100; 150 e 200 mg/kg de ração de frangos de corte, reduziu a oxidação lipídica na carne de coxa/sobrecoxa após 30 dias de armazenamento em congelamento a -20 °C, a redução da oxidação era mais significativa com o aumento gradativo de suplementação de vitamina E, quando comparado com o controle.

Leonel et al.⁶⁵ também observaram redução na oxidação lipídica na carne da coxa de frangos armazenados por 3 dias a 4 °C e suplementados com 300 mg/kg de vitamina E por um período de 1 a 45 dias de idade em relação ao grupo controle. De acordo com Guo et al.⁶⁶, a redução na oxidação lipídica na carne de frangos alimentados com rações suplementadas com vitamina E está associada ao aumento dos níveis dessa vitamina nos tecidos.

Não foi observado efeito entre os níveis do extrato com a análise de regressão ($p > 0,05$), em relação à oxidação lipídica na carne de coxa/sobrecoxa e peito, que foram armazenadas por 30 dias.

Com relação à oxidação lipídica na carne do peito e da coxa/sobrecoxa que foram armazenadas por 60 dias, assim como observado aos 30 dias de armazenamento, não houve efeito dos tratamentos sobre a oxidação lipídica na carne do peito ($p > 0,05$) (Tabela 11). Esse resultado corrobora os encontrados por Oliveira²⁸, que também não observou efeito da suplementação do subproduto da goiaba sobre a oxidação lipídica em carne do peito de frangos.

Resultados diferentes foram obtidos por Amador¹⁷, que verificou que 1,5% de extrato obtido de resíduo de goiaba foi capaz de reduzir a oxidação lipídica em almondegas de carne de peito armazenados por um, dois, três e quatro meses a -12 °C. A autora atribuiu esse efeito a presença de compostos fenólicos no extrato, capaz de eliminar os radicais livres. No entanto, o extrato foi adicionado diretamente na carne do peito processada. Na presente pesquisa, o extrato foi adicionado na ração.

Com relação à oxidação lipídica na coxa/sobrecoxa, observou-se que a suplementação com maior nível do extrato (1.600 mg/kg) resultou em maior oxidação em relação aos demais tratamentos ($p < 0,05$). Conforme já descrito anteriormente, a maior quantidade do extrato pode ter atuado como pró-oxidante, esse efeito pode estar relacionado com a maior concentração de compostos fenólicos com o maior nível do extrato. O nível de incorporação dessas substâncias nos alimentos deve ser otimizado para que o antioxidante não se torne um pró-oxidante em doses elevadas⁵⁶.

TABELA 11 - Valores de TBARS (mg de MDA/kg da amostra) na carne de coxa/sobrecoxa e peito de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado, armazenadas por 60 dias

Tratamentos	Coxa/sobrecoxa	Peito
Controle	0,284b	0,163
200 mg Vit. E	0,198c	0,165
1.000 mg/kg	0,289b	0,138
1.300 mg/kg	0,283b	0,125
1.600 mg/kg	0,376a	0,169
Valor de P	<0,001	0,592
CV (%)	13,22	30,1
Regressão	NS	NS
Linear	0,101	0,776
Quadrática	0,120	0,251

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey ($P < 0,05$). CV= coeficiente de variação. NS = não significativo.

Diferente dos resultados obtidos na presente pesquisa foi observado por Oliveira²⁸, que verificou que redução da oxidação lipídica na carne da coxa de frangos que receberam ração suplementada com 1,5% de subproduto de resíduo de goiaba contendo 0,17% de compostos fenólicos.

Packer et al.¹³, que verificaram que a adição de 60 mg/kg de extrato de resíduo de goiaba em carne de coxa/sobrecoxa de frangos moídas, cozidas e embaladas em embalagens aeróbicas (filme de cloreto de polivinilo – PVC), foi capaz de retardar a oxidação lipídica aos 14 dias de armazenamento.

Verma et al.⁵ observaram que a inclusão de 0,5 % e 1,0 % de extrato de goiaba em nuggets de carne ovina armazenada por um período de 15 dias refrigerada a 4 °C foi capaz de reduzir a oxidação. Os autores atribuíram o efeito antioxidante do extrato a presença de

compostos fenólicos. No entanto, na presente pesquisa, o extrato foi adicionado à ração, e no organismo animal pode passar por diversas transformações que de alguma forma pode alterar a sua eficácia.

O menor valor de TBARS foi observado na carne da coxa/sobrecoxa de frangos que receberam ração com adição de 200 mg/kg de vitamina E, quando comparado aos demais tratamentos, esse resultado é indicativo de uma menor oxidação. Demonstra-se mais uma vez que a vitamina E além de apresentar função antioxidante dentre outras no sistema biológico, quando adicionadas acima dos níveis de exigência pode ser eficaz em retardar a oxidação lipídica em carnes durante o armazenamento, resultando em maior tempo de vida de prateleira^{13,63}.

Com relação à análise de regressão, não foi observado diferença entre os níveis do extrato na oxidação lipídica da carne de peito e coxa/sobrecoxa de frangos alimentados com ração suplementada com extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos ($p>0,05$).

3.5.3. Perfil de ácidos graxos da carne

Na Tabela 12 pode ser observado que dos 22 ácidos graxos identificados na carne da coxa/sobrecoxa que foram armazenadas congeladas por 30 dias, somente os ácidos Esteárico (C18:0) e Behênico (C22:0) foram influenciados pelos tratamentos ($p<0,05$). Na coxa/sobrecoxa de frangos do grupo controle e aves que foram alimentadas com ração suplementada com 1.300 ou 1.600 mg/kg do extrato, foi verificado menor concentração desses ácidos graxos em relação ao grupo que recebeu a vitamina E.

A composição lipídica tecidual em animais monogástricos reflete a alimentação e pode ser alterada pela manipulação da dieta⁶⁷, assim, a deposição de ácidos graxos nas aves normalmente é semelhante à recebida via dieta. Entretanto, a redução do ácido Esteárico e Behênico não parece estar relacionado com o perfil de ácidos graxos das rações, já que, todas as rações experimentais utilizadas não apresentaram diferenças em relação ao perfil de ácidos graxos. Além disso, por se tratar de ácidos graxos saturados, a deposição desses ácidos está mais relacionada com síntese no organismo, do que regulada pela dieta.

Os ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados são oxidáveis em diferentes graus, sendo os ácidos graxos insaturados mais susceptíveis ao processo de oxidação lipídica⁶⁸, a oxidação é um dos fatores que podem alterar a composição de ácidos graxos em produtos cárneos. No presente trabalho, foi observada uma maior oxidação na

carne de coxa/sobrecoxa (armazenada por 30 dias) de frangos que receberam 1.300 mg/kg ou 1.600 mg/kg do extrato, essa pode ser a razão do menor conteúdo dos ácidos Esteárico e Behênico observados nesses cortes.

Do ponto de vista nutricional a redução de alguns ácidos graxos como, por exemplo, o Mirístico - C14:0 e Palmítico - C16:0 em carnes é considerado benéfico, pois esses ácidos são considerados hipercolesterolêmicos⁶⁹. No entanto, o ácido Esteárico (C18:0), embora seja saturado, é considerado neutro para o aumento do colesterol, pois após sua ingestão é rapidamente convertido em ácido oléico (C18:1)⁷⁰. O ácido oléico é um ácido monoinsaturado que auxilia na redução dos níveis de lipoproteína de baixa densidade (LDL) considerado o colesterol ruim e, consequentemente, diminui o risco de doenças cardiovasculares, câncer e obesidade^{71,72}.

Trabalho com resíduo de goiaba foi realizado por Cavalcanti⁷³, que avaliou o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba em substituição ao milho nas proporções 0, 20, 40 e 60% em dietas contendo feno de capim tifton 85 (*Cynodon dactylon* L.), farelo de soja (*Glycine max* (L). Merr.), óleo vegetal e ureia. O autor observou aumento linear crescente do ácido graxo esteárico (C18:0) a medida que os níveis do resíduo foi aumentado.

Não foi observada diferença estatística na relação ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados (AGPI/AG) e também na razão ômega – 6/ômega – 3 ($p>0,05$). A relação AGPI/AGS de todos os tratamentos avaliados estão de acordo com o recomendado pelo Departamento de Saúde do Reino Unido⁷⁴, que é acima de 0,45. Os altos níveis de ácidos graxos insaturados em alimentos possui papel importante na redução dos níveis de colesterol no sangue⁷⁵.

A menor relação ômega – 6/ômega – 3 é desejável, uma vez que esses ácidos graxos competem pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento da cadeia de outros ácidos graxos. O excesso de ácidos graxos da família do ômega 6, por exemplo, pode interferir no metabolismo de ácidos graxos da família ômega-3, resultando na redução da síntese de ácidos graxos de cadeia longa ômega 3⁷⁶.

Na literatura, baseados em dados do Departamento de Saúde do Reino Unido⁷⁴, recomenda-se a relação ômega-6/ômega-3 menor que quatro. Entretanto, em análise de carne de frangos, tem sido verificada uma razão n-6/n-3 variando de 12 a 15^{44,77}, valores que são dependentes da alimentação da ave. Em dietas para frangos de corte, a densidade energética é normalmente completada com óleos e gorduras, tendo sido o óleo de soja mais utilizado para atender essa exigência. O óleo de soja apresenta em sua constituição alta quantidade de ácido

linoléico⁷⁸, como as aves tendem a depositar o que consomem, essa pode ser a razão da maior relação ômega-6/ômega-3 verificados em carnes de frangos. A menor razão ômega-6/ômega-3 pode ser encontrada em carne de animais suplementados com alimentos ricos em ômega-3, como o óleo de linhaça, por exemplo⁴⁵.

Com relação à análise de regressão, foi verificado efeito linear decrescente para o ácido monoinsaturado Cis - Vacênico (C18:1 n7). De acordo com a equação $Y = 3,0791 - 0,0003x$ ($R^2 = 0,89$), ou seja, à medida que os níveis do extrato foram aumentados, houve redução do C18:1 n7 na carne da coxa/sobrecoxa dos frangos. Esse efeito pode estar relacionado com a maior oxidação na carne da coxa/sobrecoxa observados com os maiores níveis do extrato.

TABELA 12 – Composição de ácidos graxos (g/100g) da carne da coxa/sobrecoxa de frangos suplementadas com rações suplementadas com extrato de goiaba padronizado, armazenada por 30 dias

Ácidos graxos	Tratamentos					Valor de P	CV (%)	Regressão	
	Controle	200 mg/kg Vit. E	Saturados					LN ⁴	QD ⁵
			1.000 mg/kg	1.300 mg/kg	1.600 mg/kg				
Monoinsaturados									
Mirístico (C14:0)	0,43	0,41	0,42	0,37	0,40	0,652	15,3	0,302	0,918
Palmitico (C16:0)	21,80	21,94	22,41	19,38	19,63	0,213	11,9	0,102	0,248
Margárico (C17:0)	0,12	0,12	0,13	0,10	0,11	0,535	16,6	0,535	0,433
Estearico (C18:0)	6,05c	8,22a	7,95ab	6,74bc	6,66 bc	<0,001	10,3	0,090	0,090
Behênico (C22:0)	0,10b	0,14a	0,12ab	0,12b	0,11b	0,001	10,6	0,485	0,101
Poli-insaturados									
Fisetérico (C14:1 n5)	0,12	0,12	0,10	0,10	0,11	0,955	28,2	0,622	0,670
Palmitoléico (C16:1 n7)	4,49	4,21	3,99	4,32	3,98	0,925	25,2	0,494	0,875
Heptadecenóico (C17:1 n7)	0,17	0,20	0,24	0,17	0,19	0,282	26,7	0,724	0,137
Oléico (C18:1 n9)	29,24	29,24	29,32	27,04	26,24	0,549	13,1	0,162	0,351
Vacênico (C18:1 n7)	0,14	0,16	0,13	0,12	0,12	0,266	23,0	0,132	0,827
Cis - Vacênico (C18:1 n7)	3,05	2,88	2,88	2,64	2,59	0,193	11,6	0,029 ⁶	0,644
Petroselínico (C18:1 n12)	0,21	0,19	0,18	0,18	0,17	0,522	19,5	0,090	0,936
Gadoléico (C20:1 n9)	0,32	0,31	0,32	0,30	0,30	0,889	12,7	0,401	0,676
Poli-insaturados									
Linoléico (C18:2 n6)	27,16	25,73	28,33	24,03	25,03	0,280	12,5	0,177	0,312
α -linolênico (C18:3 n3)	1,73	1,51	1,71	1,45	1,46	0,278	16,2	0,086	0,428
γ -linolênico (C18:3 n6)	0,15	0,14	0,16	0,15	0,14	0,959	23,6	0,923	0,498
Eicosadienóico (C20:2 n6)	0,35	0,32	0,37	0,31	0,33	0,178	11,8	0,295	0,223
di- homo- γ -linoléico (C20:3 n-6)	0,50	0,54	0,56	0,48	0,47	0,114	11,1	0,538	0,090
Araquidônico (C20:4 n-6)	2,75	3,18	3,07	3,00	2,64	0,126	11,9	0,884	0,080
Adrênico (C22:4 n6)	0,72	0,70	0,71	0,70	0,67	0,934	11,7	0,480	0,651
Clupanodônico (C22: 5 n3)	0,40	0,44	0,42	0,43	0,38	0,467	14,1	0,769	0,198
Docosahexaenóico (22: 6 n3)	0,20	0,19	0,20	0,21	0,19	0,936	21,7	0,770	0,648

TABELA 12 - Composição de ácidos graxos (g/100g) da carne da coxa/sobrecoxa de frangos alimentados com rações suplementadas com extrato de goiaba padronizado, armazenadas por 30 dias (continuação)

Ácidos graxos	Tratamentos					Valor de P	CV(%)	Regressão	
	Controle	200 mg/kg Vit. E	1.000 mg/kg	1.300 mg/kg	1.600 mg/kg			⁴ LN	⁵ QD
ΣAGS ¹	28,51	30,85	31,04	26,72	26,92	0,115	11,0	0,331	0,079
ΣAGMI ²	37,78	37,35	37,20	34,90	33,73	0,653	13,9	0,175	0,488
ΣAGPI ³	33,99	32,79	35,56	30,80	31,32	0,262	11,1	0,171	0,209
AGPI/AGS	1,19	1,06	1,15	1,15	1,16	0,133	6,65	0,501	0,590
Ômega-6/Ômega-3	13,48	14,21	14,20	13,64	14,16	0,008	16,0	0,192	0,468

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey (P<0,05). CV= coeficiente de variação. ¹AGS= ácidos graxos saturados; ²AGMI= ácidos graxos monoinsaturados; ³AGPI= ácidos graxos poli-insaturados. ⁴LN=linear; ⁵QD= quadrático. ⁶Y=3,0791 – 0,0003x (R² = 0,89).

O perfil de ácidos graxos da carne do peito armazenada congelada por 30 dias, não foi influenciado pelos tratamentos ($p>0,05$). Também não foi observado efeito dos tratamentos na relação ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados, assim como na razão ômega-6/ômega-3 ($p>0,05$). Não houve efeito dos níveis do extrato no perfil de ácidos graxos do peito com a análise de regressão ($p>0,05$) (Tabela 13).

Esse resultado era esperado, uma vez que, não foi observada influencia dos níveis do extrato na composição de ácidos graxos das rações experimentais, como também, não houve diferença significativa entre os tratamentos na oxidação lipídica da carne do peito, tanto os ácidos graxos presentes na ração, como a oxidação lipídica podem modificar o perfil de ácidos graxos em carnes.

Diferente dos resultados obtidos na presente pesquisa, Padilha⁷⁹, ao avaliar o perfil de ácidos graxos da carne de frangos que foram suplementados com 0; 0,3; 0,5 e 0,7% de extrato hidroetanólico de erva-mate contendo 5,29 g de compostos fenólicos/mL de catequina, verificou maior conteúdo de ácidos graxos insaturados na carne do peito de frangos que receberam ração com 0,3% do extrato e armazenada por 60 dias em congelamento a -18°C , em relação aos demais tratamentos. A autora atribuiu esse resultado a menor oxidação lipídica que foi observada no peito de frangos suplementados com 0,3% do extrato.

TABELA 13 – Composição de ácidos graxos (g/100g) da carne do peito de frangos alimentados com rações suplementadas com extrato de goiaba padronizado, armazenada por 30 dias

Ácidos graxos	Tratamentos			Valor		CV		Regressão	
	Controle	200 mg/kg Vit. E	1.000 mg/kg	1.300 mg/kg	1.600 mg/kg	de P	(%)	LN ⁴	QD ⁵
Saturados									
Mirístico (C14:0)	0,40	0,36	0,39	0,33	0,39	0,525	18,7	0,441	0,670
Palmítico (C16:0)	21,24	20,44	21,21	19,42	19,79	0,778	12,7	0,347	0,736
Margárico (C17:0)	0,10	0,09	0,11	0,09	0,10	0,110	13,1	0,545	0,356
Estearico (C18:0)	6,05	5,87	6,64	5,80	6,19	0,287	9,67	0,951	0,372
Behênico (C22:0)	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,626	14,2	0,468	0,786
Monoinsaturados									
Fisetérico (C14:1 n5)	0,10	0,08	0,08	0,08	0,09	0,817	33,8	0,536	0,385
Palmitoléico (C16:1 n7)	3,82	3,38	3,08	3,44	3,31	0,867	30,2	0,457	0,599
Heptadecenoico (C17:1 n7)	0,30	0,26	0,33	0,37	0,34	0,617	36,1	0,431	0,849
Oléico (C18:1 n9)	28,27	27,43	27,75	25,13	25,56	0,761	16,8	0,319	0,798
Vacênico (C18:1 n 7)	0,13	0,13	0,14	0,14	0,12	0,611	16,3	0,483	0,252
Cis - Vacênico (C18:1 n7)	2,90	2,68	2,64	2,62	2,69	0,620	11,2	0,219	0,485
Petroselínico (C18:1 n12)	0,19	0,16	0,15	0,15	0,15	0,391	19,6	0,080	0,481
Gadoléico (C20:1 n9)	0,32	0,29	0,32	0,29	0,32	0,474	11,2	0,733	0,686
Poli-insaturados									
Linoléico (C18:2 n6)	24,16	1,53	25,65	20,76	23,41	0,231	25,2	0,452	0,672
α -linolênico (C18:3 n3)	1,54	1,35	1,64	1,04	1,41	0,107	24,1	0,240	0,823
γ -linolênico (C18:3 n6)	0,13	0,12	0,15	0,13	0,13	0,695	22,9	0,800	0,450
Eicosadienóico (C20:2)	0,41	0,34	0,39	0,41	0,41	0,100	10,1	0,949	0,507
di- homo- γ -linoléico (C20:3 n-6)	0,50	0,46	0,52	0,43	0,53	0,505	20,8	0,957	0,682
Araquidônico (C20:4 n-6)	2,62	2,26	2,45	2,85	2,71	0,457	20,4	0,680	0,638
Adrênico (C22:4 n6)	0,79	0,61	0,71	0,87	0,86	0,100	20,8	0,454	0,330
Clupanodônico (C22: 5 n3)	0,48	0,41	0,40	0,53	0,47	0,271	21,4	0,850	0,506
Docosahexaenóico (22: 6 n3)	0,27	0,21	0,21	0,30	0,25	0,207	25,9	0,940	0,429

TABELA 13 - Composição de ácidos graxos (g/100g) da carne do peito de frangos alimentados com rações suplementadas com extrato de goiaba padronizado, armazenada por 30 dias (continuação)

Ácidos graxos	Tratamentos						Valor de P	CV(%)	Regressão	
	Controle	200 mg/kg Vit. E	1.000 mg/kg	1.300 mg/kg	1.600 mg/kg				LN ⁴	QD ⁵
ΣAGS ¹	27,90	26,66	28,46	24,84	26,57		0,454	11,5	0,331	0,745
ΣAGMI ²	36,05	34,44	34,52	32,25	32,62		0,831	16,8	0,325	0,946
ΣAGPI ³	30,93	23,31	32,16	27,37	30,23		0,138	19,1	0,393	0,751
AGPI/AGS	1,11	0,87	1,13	1,11	1,13		0,164	17,3	0,727	0,990
Ômega-6/Ômega-3	12,41	10,71	13,16	12,29	12,92		0,586	33,4	0,574	0,671

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey (P<0,05). CV= coeficiente de variação. ¹AGS= ácidos graxos saturados; ²AGMI= ácidos graxos monoinsaturados; ³AGPI= ácidos graxos poli-insaturados. ⁴LN=linear; ⁵QD= quadrático.

O perfil de ácidos graxos da coxa/sobrecoxa de frangos que foram armazenadas congeladas por 60 dias não foi influenciado pelos tratamentos ($p>0,05$), assim como não foram observadas diferenças significativas para a relação ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados, assim como na razão ômega-6/ômega-3 (Tabela 14). Com relação à análise de regressão, foi observado efeito quadrático para os ácidos graxos poli-insaturados Adrênico (C22:4 n6), Clupanodônico (C22: 5 n3) e Docosaheptaenóico (C22: 6 n3).

De acordo com as equações $Y = 0,7259 + 0,0006x - 0,00003481x^2$ ($R^2 = 0,99$), $Y = 0,4506 + 0,0005x - 0,00002605x^2$ ($R^2 = 0,95$), $Y = 0,2211 + 0,0002x - 0,00001442x^2$ ($R^2 = 0,95$), a concentração dos ácidos Adrênico, Clupanodônico e Docosaheptaenóico, aumentou na carne da coxa/sobrecoxa até o nível de 8,62; 9,59 e 6,93 mg/kg do extrato, respectivamente. A redução desses ácidos graxos com os maiores níveis do extrato pode estar relacionada com a maior oxidação na coxa/sobrecoxa observado com os maiores níveis.

A redução do ácido Docosaheptaenóico (C22: 5 n3) em cortes cárneos é considerado ruim, pois o C22:5 n3 aumenta o valor nutricional da carne e, conseqüentemente, reflete de forma benéfica na saúde humana. Este ácido graxo é importante para as funções cerebrais, reações inflamatórias e na função imune^{80,81}.

Os resíduos de goiaba são compostos principalmente por sementes. As sementes de goiaba são ricas em ácidos graxos, principalmente os poli-insaturados em torno de 76% com predominância do ácido linoléico (75%)^{82,83}. A presença de ácidos graxos insaturados é importante, pois estão envolvidos na redução do colesterol LDL (lipoproteína de baixa densidade) e VLDL (lipoproteínas de muito baixa densidade), considerados o colesterol ruim⁷⁵.

No EGPCF foi observada a presença de ácidos graxos, sendo identificados 10% de monoinsaturados e 48% de poli-insaturados. Dessa forma, esperava-se que o extrato pudesse modular o perfil de ácidos graxos na carne, uma vez que, as aves tendem a depositar os ácidos graxos obtidos da dieta. Além disso, esperava-se uma menor oxidação lipídica na carne com a adição de EFPCF, com conseqüente preservação dos ácidos graxos, o que poderia resultar em maiores concentrações de ácidos graxos em relação ao grupo controle, no entanto, mesmo tendo sido observada uma menor oxidação na coxa/sobrecoxa com a utilização da vitamina E, não foi verificada maior concentração de ácidos graxos na carne dos frangos em relação aos demais tratamentos.

Saleh et al.⁸⁴ verificaram que a suplementação de rações de frangos com 200 mg/kg de vitamina E, 1; 2 e 3 g/kg de bagaço de romã e 0,1; 0,2 e 0,3 g/kg de extrato de bagaço de romã contendo 190 e 810 mg de compostos fenólicos/g respectivamente (ambos

expressos em equivalente de ácidos gálico), resultou no aumento de ácidos graxos poli-insaturados da família n-6 e n-3 na carne da coxa, em relação ao grupo controle. Os autores atribuíram esse resultado a capacidade que os compostos fenólicos têm de atuarem como antioxidantes e inibir a oxidação de ácidos graxos poli-insaturados. No entanto, no presente estudo, o EFPCF não foi capaz de preservar a carne da oxidação, e refletiu na redução de alguns ácidos graxos.

TABELA 14 – Composição de ácidos graxos (g/100g) da carne da coxa/sobrecoxa de frangos alimentados com rações suplementadas com extrato de goiaba padronizado, armazenada por 60 dias

Ácidos graxos	Tratamentos				Valor		Regressão	
	Controle	200 mg/kg Vit. E	1.000 mg/kg	1.300 mg/kg	1.600 mg/kg	de P	CV (%)	⁴ LN ⁵ QD
Saturados								
Mirístico (C14:0)	0,42	0,40	0,39	0,37	0,45	0,457	16,3	0,947 0,145
Palmitico (C16:0)	22,33	22,28	20,73	20,80	21,81	0,708	10,9	0,524 0,327
Margárico (C17:0)	0,12	0,11	0,13	0,11	0,13	0,006	8,40	0,604 0,305
Estearico (C18:0)	7,51	7,71	7,54	7,53	6,97	0,115	5,60	0,159 0,073
Behênico (C22:0)	0,11	0,14	0,11	0,12	0,11	0,080	12,9	0,955 0,578
Monoinsaturados								
Fisetérico (C14:1 n5)	0,11	0,10	0,10	0,09	0,12	0,543	26,9	0,714 0,209
Palmitoléico (C16:1 n7)	4,44	4,25	3,74	3,68	4,20	0,620	22,3	0,458 0,288
Heptadecanoico (C17:1 n7)	0,20	0,23	0,27	0,26	0,22	0,483	28,8	0,417 0,156
Oléico (C18:1 n9)	29,05	28,31	27,09	27,39	30,45	0,697	13,5	0,898 0,183
Vacênico (C18:1 n 7)	0,16	0,15	0,15	0,15	0,16	0,848	14,8	0,744 0,434
Cis - Vacênico (C18:1 n7)	2,98	2,88	2,76	2,73	2,94	0,638	10,5	0,513 0,211
Petroselínico (C18:1 n12)	0,19	0,17	0,17	0,17	0,203	0,291	14,1	0,959 0,076
Gadoléico (C20:1 n9)	0,31	0,30	0,32	0,33	0,34	0,082	11,3	0,080 0,100
Poli-insaturados								
Linoléico (C18:2 n6)	27,41	24,34	26,82	25,06	28,98	0,077	9,40	0,889 0,149
α -linolênico (C18:3 n3)	1,66	1,39	1,57	1,41	1,79	0,101	15,5	0,984 0,116
γ -linolênico (C18:3 n6)	0,20	0,15	0,17	0,15	0,21	0,003	14,2	0,391 0,070
Eicosadienóico (C20:2)	0,33	0,31	0,41	0,40	0,40	0,080	13,7	0,070 0,281
di- homo- γ -linoléico (C20:3 n-6)	0,57	0,59	0,60	0,58	0,62	0,728	9,30	0,279 0,854
Araquidônico (C20:4 n-6)	3,08	3,26	3,65	3,22	2,67	0,116	16,0	0,531 0,100
Adrênico (C22:4 n6)	0,72	0,77	0,93	0,84	0,72	0,157	18,2	0,613 0,030 ⁶
Clupanodônico (C22: 5 n3)	0,45	0,54	0,62	0,62	0,49	0,090	17,9	0,136 0,014 ⁷
Docosahexaenóico (C22: 6 n3)	0,22	0,21	0,31	0,26	0,22	0,100	21,9	0,580 0,019 ⁸

TABELA 14 - Composição de ácidos graxos (g/100g) da carne da coxa/sobrecoxa de frangos alimentados com rações suplementadas com extrato de goiaba padronizado, armazenada por 60 dias (continuação)

Ácidos graxos	Tratamentos					Valor de P	CV(%)	Regressão	
	Controle	200 mg/kg Vit. E	1.000 mg/kg	1.300 mg/kg	1.600 mg/kg			LN ⁴	QD ⁵
ΣAGS ¹	30,52	30,66	28,92	28,95	29,50	0,679	8,20	0,383	0,466
ΣAGMI ²	37,48	36,42	34,63	34,83	38,72	0,677	13,3	0,955	0,179
ΣAGPI ³	34,66	31,59	35,12	32,58	36,14	0,080	6,80	0,854	0,378
AGPI/AGS	1,14	1,03	1,22	1,12	1,22	0,090	8,65	0,444	0,995
Ômega-6/Ômega-3	13,84	13,68	12,99	13,18	13,37	0,082	3,71	0,906	0,335

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey (P<0,05). CV= coeficiente de variação. ¹AGS= ácidos graxos saturados; ²AGMI= ácidos graxos monoinsaturados; ³AGPI= ácidos graxos poli-insaturados. ⁴LN=linear; ⁵QD= quadrático. ⁶Y = 0,7259 + 0,0006x - 0,00003481x² (R² = 0,99), ⁷Y = 0,4506 + 0,0005x - 0,00002605x² (R² = 0,95), ⁸Y = 0,2211 + 0,0002x - 0,00001442x² (R² = 0,95).

O perfil de ácidos graxos da carne do peito de frangos que foi armazenada congelada por 60 dias, foi influenciado pelos tratamentos ($p < 0,05$) (Tabela 15). Observou-se na carne do peito de frangos que foram suplementados com vitamina E maior concentração do ácido saturado Behênico (C22:0), comparado aos demais tratamentos. Foi verificado também maior teor do ácido monoinsaturado Heptadecenóico (C17:1 n7) na carne do peito de frangos que receberam ração contendo 1.000 mg/kg do extrato em relação ao grupo controle. Entretanto, na carne do peito que foi armazenada congelada por 60 dias. Não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos para a oxidação lipídica, portanto, o aumento desses ácidos graxos no tratamento com vitamina E e 1.000 mg/kg do extrato não parece ter relação com a oxidação.

Starcevic et al.⁸⁵ verificaram aumento no conteúdo de ácido α -linolênico (C18: 3 n-3) na carne do peito de frangos que receberam na ração 200 mg/kg de timol que é um compostos fenólicos, em relação ao grupo controle. Os autores atribuíram esse resultado a capacidade antioxidante do timol, que influenciou a concentração de ácidos poli-insaturados.

O ácido α -linolênico - C18:3 n3 juntamente com o ácido Linoléico - C18:2 n6 são considerados essenciais, pois não podem ser sintetizados pelo organismo, sendo necessário serem fornecidos via dieta⁸⁶. A partir desses ácidos, são sintetizados no organismo os ácidos graxos poli-insaturados da família n3 e n6, respectivamente. São ácidos graxos importantes, pois promovem a redução de lipoproteínas de alta densidade (LDL), que é o colesterol ruim⁸⁷.

Não foi verificada diferença entre os tratamentos para relação ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados e razão ômega-6/ômega-3, também não foi observado efeito dos níveis do extrato com a análise de regressão ($p > 0,05$). Não foi encontrado na literatura perfil de ácidos graxos da carne de frangos alimentados com ração suplementada com EGPCF, o que torna mais difícil a discussão dos resultados obtidos.

TABELA 15 – Composição de ácidos graxos (g/100g) da carne do peito de frangos alimentados com rações suplementadas com extrato de goiaba padronizado, armazenada por 60 dias

Ácidos graxos	Tratamentos					Valor de P	CV (%)	Regressão	
	Controle	200 mg/kg Vit. E	1.000 mg/kg	1.300 mg/kg	1.600 mg/kg			LN ⁴	QD ⁵
Saturados									
Mirístico (C14:0)	0,37	0,36	0,30	0,35	0,35	0,481	16,8	0,493	0,185
Palmitico (C16:0)	19,79	20,30	17,21	18,80	17,03	0,080	10,4	0,080	0,733
Margárico (C17:0)	0,11	0,09	0,10	0,10	0,10	0,166	11,9	0,140	0,140
Estearico (C18:0)	6,05	6,35	5,87	4,59	5,70	0,236	21,4	0,355	0,714
Behênico (C22:0)	0,09b	0,11a	0,09b	0,09b	0,08b	0,003	12,1	0,915	0,240
Monoinsaturados									
Fisetérico (C14:1 n5)	0,09	0,09	0,06	0,08	0,07	0,080	24,1	0,078	0,099
Palmitoléico (C16:1 n7)	3,56	3,50	2,68	3,00	2,59	0,090	17,5	0,100	0,570
Heptadecenóico (C17:1 n7)	0,27b	0,33ab	0,47a	0,33ab	0,35ab	0,017	23,7	0,145	0,102
Oléico (C18:1 n9)	26,34	25,44	21,10	24,16	21,48	0,101	14,7	0,070	0,495
Vacênico (C18:1 n 7)	0,12	0,16	0,12	0,14	0,13	0,090	17,7	0,260	0,951
Cis - Vacênico (C18:1 n7)	2,67	2,70	2,35	2,52	2,28	0,090	8,80	0,090	0,868
Petroselinico (C18:1 n12)	0,15	0,16	0,12	0,14	0,14	0,233	18,4	0,356	0,340
Gadoléico (C20:1 n9)	0,31	0,29	0,26	0,31	0,30	0,195	11,5	0,582	0,111
Poli-insaturados									
Linoléico (C18:2 n6)	23,15	20,27	19,72	20,96	21,56	0,394	13,5	0,284	0,177
α -linolênico (C18:3 n3)	1,48	1,18	1,09	1,26	1,32	0,160	19,2	0,185	0,070
γ -linolênico (C18:3 n6)	0,18	0,13	0,13	0,15	0,17	0,090	19,2	0,176	0,080
Eicosadienóico (C20:2)	0,41	0,41	0,45	0,45	0,46	0,202	10,6	0,086	0,717
di- homo- γ -linoléico (C20:3 n-6)	0,55	0,65	0,61	0,66	0,63	0,189	12,0	0,081	0,708
Araquidônico (C20:4 n-6)	2,57	2,86	3,22	2,73	2,58	0,090	12,5	0,722	0,005
Adrênico (C22:4 n6)	0,74	0,79	0,90	0,82	0,80	0,153	11,6	0,259	0,071
Clupanodônico (C22: 5 n3)	0,582	0,70	0,68	0,66	0,54	0,080	14,3	0,899	0,064
Docosahexaenóico (C22: 6 n3)	0,26	0,28	0,30	0,28	0,25	0,062	13,9	0,980	0,061

TABELA 15 - Composição de ácidos graxos (g/100g) da carne do peito de frangos alimentados com rações suplementadas com extrato de goiaba padronizado, armazenada por 60 dias (continuação)

Ácidos graxos	Tratamentos						Regressão	
	Controle	200 mg/kg Vit. E	1.000 mg/kg	1.300 mg/kg	1.600 mg/kg	Valor de P	CV(%)	⁴ LN ⁵ QD
ΣAGS ¹	26,42	27,24	23,59	23,94	23,28	0,100	10,7	0,086
ΣAGMI ²	33,55	32,71	26,92	30,72	27,37	0,090	13,9	0,075
ΣAGPI ³	1,14	1,00	1,15	1,19	1,21	0,142	11,6	0,319
AGPI/AGS	29,89	27,32	27,23	28,01	28,35	0,593	10,1	0,428
Ômega-6/Ômega-3	11,76	11,54	11,81	11,69	12,28	0,101	3,50	0,235

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey (P<0,05). CV = coeficiente de variação. ¹AGS= ácidos graxos saturados; ²AGMI= ácidos graxos monoinsaturados; ³AGPI= ácidos graxos poli-insaturados. ⁴LN=linear; ⁵QD= quadrático.

4. CONCLUSÃO

O extrato de goiaba padronizado em compostos fenólicos nas doses avaliadas não é recomendado para fase final de frangos, pois apesar de não alterar o desempenho, piorou a oxidação lipídica da carne, com redução de alguns ácidos graxos na coxa/sobrecoxa que foi armazenada congelada a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 30 e 60 dias.

REFERÊNCIAS

1. Melo OS, Bergamaschi KB, Tiveron AP, Massarioli AP, Oldonir TLC, Zanús MC, Pereira GE, Alencar SM. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. *Ciênc. Rural*. 2011; 41 (6): 1088-93.
2. Procházková D, Bousová I, Wilhelmová N. Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. *Fitoterapia*. 2011; 82 (4): 513-23.
3. Surai PF. Natural antioxidants in poultry nutrition: new developments. In: 16th European Symposium on Poultry Nutrition. "Local desconhecido". 2007. [Acesso em 25 jul 2017]. Disponível em: [file:///C:/Users/Usurio/Downloads/1_Europ_Strasbourg_Symposium%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usurio/Downloads/1_Europ_Strasbourg_Symposium%20(1).pdf).
4. Fontina AA, Fisinin VI, Surai PF. Recent developments in usage of natural antioxidants to improve chicken meat production and quality. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2013; 19 (5): 889-96.
5. Verma AK, Rajkumar V, Banerjee R, Biswas S, Das AK. Guava (*Psidium guajava* L.) poeder as na antioxidante dietary fibre in sheep meat nuggets. *Asian Australas. J. Anim.* 2013; 26 (6): 886-95.
6. Ferrari CKB. Oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicas. *Ver. Nutr.* 1998; 11 (1): 3-14.
7. Freitas ER, Borges AS, Trevisan mts, Cunha AL, Braz NM, Watanabe PH, Nascimento GAJ. Extratos etanólicos de manga como antioxidantes na alimentação de poedeiras. *Pesq. Agropec. Bras.* 2013; 48 (7):714-21.
8. Buck DF. Antioxidants in soya oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 1981; 58 (3): 275-78.
9. Durán RM, Padilla RB. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. *Grasas e Aceites*. 1993; 44 (2): 101-06.
10. Freitas ER, Borges AS, Trevisan MTS, Watanabe PH, Cunha AL, Pereira ALF, Abreu VK, Nascimento GAJ. Extratos etanólicos da manga como antioxidantes para frangos de corte. *Pesq. Agropec. Bras.* 2012; 47 (8): 1025-30.
11. Mahmoud RES, Ibrahim D, Badawi MES. Effect of supplementation of broiler diets with guava leaves and/or olive oil on growth, meat composition, blood metabolites and immune response. *Benha Veterinary Medical Journal*. 2013; 25 (2): 23-32.
12. Keshavarz M, Rezaeipour V, Asadzadeh S. Growth Performance, Blood Metabolites, Antioxidant Stability and Carcass Characteristics of Broiler Chickens Fed Diets Containing

Nettle (*Urtica dioica*. L) Powder or Essential Oil. Int. J. Adv. Biol. Biom. Res. 2014; 2 (9): 2553-561.

13. Packer GV, Melo PS, Bergamaschi KB, Selani MM, Villanueva NDM, Alencar SM, Contreras-Castillo, CJ. Chemical characterization, antioxidant activity and application of beetroot and guava residue extracts on the preservation of cooked chicken meat. J. Food Sci. Technol. 2015; 52 (11): 7409-16.

14. Nascimento RJ, Araújo CR, Melo EA. Atividade antioxidante de extratos de resíduo Agroindustrial de goiaba (*psidium guajava* L.). Alim. Nutr. 2010; 21 (2): 209-16.

15. Sousa MSB, Vieira LM, Silva MJM, Lima A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. Ciênc. agrotec. 2011; 35 (3): 554-59.

16. Packer VG, Selani MM, Gomes FG, Ruiz JN Augustus TR. Contreras Castillo CJ, Alencar SM. Addition of beet and Guava agroindustrial residues in cooked and refrigerated chicken meat and its effect on lipid oxidation. In: International Conference in Food Innovation. 2010; p. 1-4.

17. Amador AS. Uso de extrato de goiaba (*Psidium guajava* L.) na prevenção da oxidação da carne de frango. [Dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária; 2015. [Acesso 20 jul 2017]. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/19954>.

18. Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT, Euclides RF. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais de Aves e Suínos (Tabelas Brasileiras). 3ª ed. Viçosa: UFV – Imprensa Universitária; 2011. 252p.

19. Smith MO. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. Poult. Sci. 1993; 72(6):146-150.

20. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol. 1959; 27 (8):911-17.

21. Hartman L, Lago RCA. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. Lab Pract. 1973;22(6):475-6.

22. Joseph JD, Ackman RG. Capillary column gas chromatography method for analysis of encapsulated fish oil and fish oil ethyl esters: collaborative study. J AOAC Intern. 1992;75(3):488-506.

23. Vyncke BW. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette Seifen Anstrichm.*1970; 72 (12): 1084-87.

24. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. *Int. J. food microbiol.* 2004; 94 (3): 223-53.
25. Toledo RS, Rocha AG, Farias RC. Uso de aditivos na produção avícola da teoria a prática. In: X Simpósio Brasil Sul de Avicultura e I Brasil Sul Poultry Fair; 2009; Chapecó, Brasil. Santa Catarina: 2009. p. 15-31.
26. Jang IS, Ko YH, Kang SY, Lee CY. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Anim. Feedsci. Technol.* 2007; 134: 304–15.
27. Brugalli I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos; 2003; Campinas, Brasil. São Paulo: CBNA; 2003.p.167-82.
28. Oliveira MD. Efeito antioxidante do subproduto da goiaba na dieta de frangos sobre o desempenho e qualidade de carne. [Dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia; 2015. [Acesso 30 jul 2017]. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5405>.
29. Oliveira HD. Extrato do resíduo do processamento da goiaba na alimentação de codornas japonesas. [Dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia; 2016. [Acesso 30 jul 2017]. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5799>.
30. Brenes A, Viveros A, Goñi I, Centeno C, Saura-Calixto I, Arija I. Effect of grape seed extract on growth performance, protein and polyphenol digestibilities, and antioxidant activity in chickens. *J. agric. res.* 2010; 8 (2): 326-33.
31. Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. 1997: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 5rd ed. London: Academic Press; 1997. 932p.
32. Melillo A. Applications of serum protein electrophoresis in exotic pet medicine. *Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract.* 2013; 16 (1): 211–25.
33. Rotava R, Zanella I, Karkow AK, Dullius AP, Silva LP, Denardin CC. Bioquímica sanguínea de frangos de corte alimentados com subprodutos da uva. *Agrarian.* 2008; 1 (1): 91-104.
34. Nelson R, Couto CG. *Medicina Interna de Pequenos Animais*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2015. 1.512p.
35. Lima ES, Couto RD. Estrutura, metabolismo e funções fisiológicas da lipoproteína de alta densidade. *J. Bras Patol Med Lab.* 2006; 42 (3): 169-78.

36. Oliveira VP, Espeschit ACR, Peluzio MCG. Flavonóides e doenças cardiovasculares: ação antioxidante. Ver. Med. 2006; 16 (4): 234-38.
37. Sudheesh S, Presannakumar G, Vijayakumar S, Vijayalakshmi NR. Hypolipidemic effect of flavonoids from Solanum melongena. Plant Food Hum Nutr. 1997; 51 (4): 321-30.
38. Zanetti LH. Resíduo da semente de maracujá na alimentação de frangos de corte e poedeiras comerciais. [Dissertação]. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias; 2015 [Acesso 20 agost 2017]. Disponível em: [file:///C:/Users/Usurio/Downloads/Leonardo%20H.%20Zanetti%20\(12\).pdf](file:///C:/Users/Usurio/Downloads/Leonardo%20H.%20Zanetti%20(12).pdf).
39. Lira RC, Rabello CBV, Ferreira PV, Lana GRQ, Lüdke JV, Dutra Junior WM. Inclusion of guava wastes in feed for broiler chickens. R. Bras. Zootec. 2009; 38 (12): 2401-407.
40. Camelo LCL, Lana GRQ, Santos MJB, Camelo YARP, Marinho AL, Rabello CBV. Inclusão de farelo de goiaba na dieta de codornas européias inclusion of guava wastes in the diet of european quails. Cienc. anim. bras. 2015; 16 (3): 343-49.
41. Bélbin K, Gardan-Salmon D, Panheleux –Lebastard M. Association of polyphenols and vitamin e to improve poultry meat quality. ESPN. 2017. [Acesso 25 set 2017]. Disponível em: <http://www.wpsa.com/index.php/wpsa-proceedings/2017/21st-european-symposium-on-poultry-nutrition/3266-association-of-polyphenols-and-vitamin-e-to-improve-poultry-meat-quality/file>.
42. Rizzo PV, Menten JFM, Racanicci AMC, Traldi AB, Silva CS, Pereira PWZ. Extratos vegetais em dietas para frangos de corte. Ver. Bras. de Zootec. 2010; 39 (4): 801-07.
43. Ben-Mahdi MH, Djellout B, Bouzagh-Belazouz T, Yahiaoui F, Bem-Mahdi NR. Intérêt de l'huile essentielle de thym dans l'amélioration des performances zootechniques et sanitaires du poulet de chair. Livestock Research for Rural Development. 2010; 22 (6): 112.
44. Potença A, Murakami AE, Matsushita M, Visentainer JV, Martins EN, Furlan AC. Perfil lipídico e maciez da carne de coxa e sobrecoxa de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes fontes lipídicas. R. Bras. Zootec. 2010; 39 (8): 1774-83.
45. Murakami KTT, Pinto MF, Ponsano EHG, Garcia Neto M. Desempenho produtivo e qualidade da carne de frangos alimentados com ração contendo óleo de linhaça. Pesq. agropec. Bras. 2010; 45 (4): 401-07.
46. Emken E A, Adlof RO, Gulley RM. Dietary linoleic acid influences desaturation and acylation of deuterium-labeled linoleic and linolenic acids in young adult males. 1994; 121 (3): 277-88.
47. Morrissey PA, Sheehy PJA, Galvin K, Kerry JP, Buckley DJ. Lipid stability in meat and meat products. Meat sci. 1998; 49 (1): 73-86.

48. Petracci M, Mudalal S, Soglia F, Cavani C. Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poult. Sci. J.* 2015; 71: 363-74.
49. Wilkins LJ, Brown SN, Phillips AJ, Warriss PD. Variation in the colour of broiler breast fillets in the UK. *Br. Poult. Sci.* 2000; 41 (3): 308-12.
50. Pardi MC, Santos IF, Souza ER, Pardi HS. Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da sua obtenção e transformação. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás. 1993. 586p.
51. Van Laack RLJM, Liu CH, Smith MO, Loveday HD. Characteristics of Pale, Soft, Exudative Broiler Breast Meat. *Poult. Sci.* 2000; 79: 1057-61.
52. Quiao M, Fletcher DL, Smith DP, Northcutt JK. The Effect of Broiler Breast Meat Color on pH, Moisture, Water-Holding Capacity, and Emulsification Capacity. 2001; 80: 676-80.
53. Ferrari CKB. Oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicas. *Rev. Nutr.* 1998; 11(1): 3-14.
54. Castellini C, Magnai C, Dal Bosco A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science.* 2002; 60 (3): 219-25.
55. Leclercq B. Specific Effects of Lysine on Broiler Production: Comparison with Threonine and Valine. *Poult. Sci.* 77: 118-23.
56. Rodrigues VC, Andrade IF. Características Físico-Químicas da Carne de Bubalinos e de Bovinos Castrados e Inteiros. *R. Bras. Zootec.* 2004; 33 (6): 1939-49.
57. Surai PF. Polyphenol compounds in the chicken/animal diet: from the past to the future. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2014; 98: 19–31.
58. Behilng B, Sendão MC, Francescato HDC, Antunes LMG, Bianchi MLP. Flavonóide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. *Alim. Nutr.* 2004; 15 (3): 285-92.
59. Haworth JE. Natural Antioxidants Review. In: Proceedings of the 56th American Meat Science Association Reciprocal Meat Conference; 2003; Columbia, Missouri, Estados Unidos. [Acesso 26 set 2017]. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/9dea/65d76876f65798234cb8966bdc88f5f75dd7.pdf>.
60. Cerqueira FM, Medeiros MG, Augusto O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. *Quím. Nova.* 2007; 30 (2): 441-49.
61. O'Neill LM, Galvin K, Morrissey PA, Buckley DJ. Inhibition of lipid oxidation in chicken by carnosine and dietary alpha-tocopherol supplementation and its determination by derivative spectrophotometry. *Meat sci.* 1998; 50 (4): 479-88.

62. Mercier Y, Gatellier P, Viau M, Remignon H, Renerre M. Effect of dietary fat and vitamin E on color and stability on lipid protein oxidation in turkey meat during storage. *Meat sci.* 1998; 48 (3-4): 301-18.
63. Souza PA, Souza HBA, Pelicano ERL, Gardini CHCG, Oba A, Lima TMA. Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. *RPCV.* 2006; 101 (557-558): 87-94.
64. Yasin M, Asghar A, Anjum FM, Butt MS, Khan MI, Arshad MS, Shahid M, El-Ghorab AH, Shibamoto T. Oxidative stability enhancement of broiler bird meat with α -lipoic acid and α -tocopherol acetate supplemented feed. *Food Chemistry.* 2012; 131 (3): 768-73.
65. Leonel FR, Oba A, Pelicano ERL, Zeola NMBL, Boiago MM, Scatilini AM, Lima TMA, Souza PA, Souza HBA. Performance, Carcass Yield, and Qualitative Characteristics of Breast and Leg Muscles of Broilers Fed Diets Supplemented with Vitamin E at Different Ages. *Rev. Bras. Ciênc. Avíc* 2007; 9 (2): 91-97.
66. Guo Y, Tang Q, Yuan J, Jiang Z. Effects of supplementation with vitamin E on the performance and the tissue peroxidation of broiler chicks and the stability of thigh meat against oxidative deterioration. *Anim. Feed sci. technol.* 2001; 89 (3-4):165-173.
67. Ribeiro PAP, Logato PVR, Paula DAJ, Costa AC, Murgas D, Freitas RTF. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de tilápias-do-nilo. *Ver. Bras. Zootec.* 2008; 37 (8): 1331-37.
68. Ramalho CV, Jorge N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Quím. Nova.* 2006; 29 (4): 755-60.
69. French P, O'Riordan EG, Monahan FJ, Caffrey PF, Moloney AP. Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. *Livest Prod Sci.* 2003; 81: 307-17.
70. Bressan MC, Oda SHI, Cardoso MG, Julianna ZM, Freitas RTF, Vieira JO, Faria PB, Savian TV, Ferrão SPB. Composição de ácidos graxos dos cortes comerciais de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766). *Ciênc. Agrotec.* 2004; 28 (6): 1352-59.
71. Lorigeril M, Salen P. The Mediterranean-style diet for the prevention of cardiovascular diseases. *Public Health Nutr.* 2006; 9 (1A): 118-23.
72. Reaven PD, Grasse BJ, Tribble DL. Effect of linoleate-enriched and oleate-enriched diets in combination with α -tocopherol on the susceptibility of LDL and LDL subfractions to oxidative modification in humans. *Arterioscler. Thromb.* 1994;14(4):557-66.
73. Cavalcanti MCA. Qualidade da carne de cordeiros santa inês alimentados com subproduto agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava* L.). [Tese]. Areia: Universidade

Federal da Paraíba; 2013. [Acesso 31 sete 2017]. Disponível em: [file:///C:/Users/Usurio/Downloads/TESE%20Maria%20Caroline%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Usurio/Downloads/TESE%20Maria%20Caroline%20(4).pdf).

74. Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease. London: HMSO, 1994. 178p. (Report on health and social subjects n.46).

75. Rockenbach II, Rodrigues E, Gonzaga LV, Fett R. (2010). Composição de ácidos graxos de óleo de semente de uva (*Vitis vinifera* L. e *Vitis labrusca* L.). Braz. J. Food Technol. 2010; 3: 23-26.

76. Emken EA, Adlof RO, Gulley RM. Dietary linoleic acid influences desaturation and acylation of deuterium-labeled linoleic and linolenic acids in young adult males. Biochim. biophys. Acta. 1994; 1213 (3): 277-88.

77. Novello D, Ost PR, Fonseca RA, Neumann M, Franco SG, Quintiliano DA. Avaliação bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia-branca R. Bras. Zootec. 37 (9): 1660-68.

78. Hartman L. Tecnologia de óleos e gorduras vegetais. São Paulo: Sicct, 1982.

79. Padilha ADG. Antioxidante natural de erva mate na conservação da carne de frango in vivo. [Dissertação]. Universidade Federal de Santa Maria; Centro de Ciências Rurais; 2007. Santa Maria. [Acesso 17 out 2017]. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/5748?show=full>.

80. Silva DRB, Miranda Júnior PF, Soares EA. A importância dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa na gestação e lactação. Rev. Bras. Saúde Matern. Infant. 200; 7 (2): 123-33.

81. Vaz DSS, Guerra FMRM, Gomes CF, Simão ANC, Martins Junior J. A importância do ômega 3 para a saúde humana: um estudo de revisão. Revista UNINGÁ Review. 2014; 20 (2): 48-54.

82. Santos CX. Caracterização físico-química e análise da composição química da semente de goiaba oriunda de resíduos agroindustriais. [Dissertação]. Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2011. [Acesso 21 jul 2017]. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/CRISTINA-XAVIER.pdf>.

83. Uchôa-Thomaz AMA, Sousa EC, Carioca JOB, Morais SM, Lima A, Martins CG, Alexandrino CD, Ferreira AT, Rodrigues ALM, Rodrigues SP, Thomaz JCA, Silva JN, Rodrigues LL. Chemical composition, fatty acid profile and bioactive compounds of guava seeds (*Psidium guajava* L.). Food Sci. Technol. 2014; 34 (3): 485-92.

84. Saleh H, Golian A, Kermanshahi H, Mirakzahi MT. Antioxidant status and thigh meat quality of broiler chickens fed diet supplemented with α -tocopherolacetate, pomegranate pomace and pomegranate pomace extract. *Ital. j. anim. Sci.* 2017; 15 (20): 1-10.
85. Starcevic K, Krstulovic L, Brozic D, Mauric M, Stojevic Z, Mikulec Z, Bajic M, Masek T. Production performance, meat composition and oxidative susceptibility in broiler chicken fed with different phenolic compounds. *J. Sci. Food Agric.* P. 1-7.
86. Youdim KA, Martin A, Joseph JA. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. *Int. J. Devl Neuroscience.* 2000; 18: 383-99.
87. Perez JRO, Bressan MC, Bragagnolo N, Prado OV, Lemos A LSC, Bonagurio S Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2002; 22 (1): 11-18.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande quantidade de resíduos que é gerada pelas indústrias de beneficiamento da goiaba é preocupante, não só por ser um fator contaminante para o meio ambiente, mas também acarreta em desperdício de nutrientes e compostos biologicamente ativos, que poderiam ser aproveitados em outras indústrias.

Buscar agregar valor a esses resíduos é de grande importância, e resultaria não somente na conservação ambiental, como também em aditivos e alimentos “naturais” e “seguros”. Para que os resíduos de goiaba possam ser aproveitados, seja como um alimento funcional, na forma de extrato líquido ou em pó, ou como alimento; torna-se necessário o conhecimento da sua composição.

O extrato de goiaba padronizado mostrou-se uma boa fonte de compostos fenólicos com potencial atividade antioxidante *in vitro*. A sua utilização em rações para frangos, mostrou-se eficiente para o aumento no ganho de peso, melhora na conversão alimentar e desenvolvimento intestinal na fase inicial, possivelmente pelos seus efeitos antioxidantes e auxílio à microbiota intestinal.

É importante ressaltar, que houve melhora no desempenho de frangos criados em gaiolas e alimentados com rações contendo 600, 800 e 1.000 mg/kg do extrato. Entretanto, quando os níveis foram aumentados para 1.000, 1.300 e 1.600 mg/kg não foi observada diferença no desempenho para frangos criados no piso. Possivelmente, os frangos alojados em gaiolas foram criados em ambiente de maior desafio, quando comparado ao piso.

O extrato não apresentou efeito benéfico na oxidação lipídica da carne de frangos armazenada. O extrato em carne armazenada por 30 e 60 dias congeladas a - 20 °C parece ter exercido efeito pró-oxidativo, o contrário do que era esperado. Possivelmente, porque os maiores níveis apresentavam maior concentração de compostos fenólicos que em certas condições podem se tornar oxidantes, como a presença de metais, por exemplo.

A oxidação lipídica com os maiores níveis do extrato parece ter influenciado o perfil de ácidos graxos na carne da coxa/sobrecoxa, com redução dos ácidos graxos saturados (Esteárico - C18:0 e Behênico - C22:0), monoinsaturado (Cis – Vacênico - C18:1 n7) em carnes que foram armazenadas congelada por 30 dias e ácidos poli-insaturados (Adrênico - C22:4 n6; Clupanodônico - C22:5 n3 e Docosahexaenóico- C22:6 n3) em carnes da coxa/sobrecoxa que foram armazenadas congeladas por 30 ou 60 dias.

O grande desafio na utilização de produtos naturais na nutrição animal está na identificação e quantificação dos efeitos exercidos pelos compostos presentes nesses produtos

sobre o organismo animal. Mais pesquisas devem ser realizadas para melhor compressão dos efeitos dessas substâncias no metabolismo e conservação da qualidade da carne de frangos. O presente estudo pode servir de subsidio para futuras pesquisas com a utilização do extrato obtido de resíduos de goiaba, seja na alimentação animal ou em outras áreas.