

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA

COMPOSIÇÃO DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE
ALIMENTADOS COM BIOMASSA BACTERIANA

Joselaine de Oliveira

Nutricionista

ARAÇATUBA – SP
2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA

COMPOSIÇÃO DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE
ALIMENTADOS COM BIOMASSA BACTERIANA

Joselaine de Oliveira

Orientadora: Profa. Dra. Elisa Helena Giglio Ponsano

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – Unesp, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal).

ARAÇATUBA – SP
2014

Catálogo na Publicação (CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação – FMVA/UNESP

Oliveira, Joselaine de

O48c

Composição da carne de frangos de corte alimentados com biomassa bacteriana/ Joselaine de oliveira.

Araçatuba: [s.n], 2014
62 f. il.; CD-ROM

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária, 2014

Orientador: Prof^a Adj. Elisa Helena Giglio Ponsano

1. Galinhas – carne 2. Ácidos graxos 3. Colesterol 4. Composição de alimentos 5. *Rubrivivax gelatinosus* I. T.

CDD 641.365



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Araçatuba
Seção Técnica de Graduação e Pós-Graduação



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Composição da carne de frangos de corte alimentados com biomassa bacteriana.

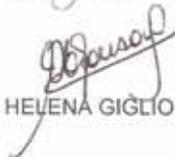
AUTORA: JOSELAINÉ DE OLIVEIRA

ORIENTADORA: Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRA em CIÊNCIA ANIMAL (MEDICINA VETERINÁRIA PREVENTIVA E PRODUÇÃO ANIMAL) pela Comissão Examinadora.


Dra. ADRIANE CRISTINA GARCIA LEMOS


Dra. LEDA GOBBO DE FREITAS BUENO


Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO

DATA DA REALIZAÇÃO: 10 de dezembro de 2014.



Presidente da Comissão Examinadora
Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO
-Orientadora -

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JOSELAINÉ DE OLIVEIRA – nascida em 11 de dezembro de 1981 no município de São José do Rio Preto – SP. cursou o ensino fundamental e médio na Escola Estadual Professor Oswaldo Januzzi, no município de Buritama - SP. Ingressou no curso de Nutrição na Universidade Paulista campus de Araçatuba – SP em 2004 e formou-se no ano de 2008. Iniciou em 2008 o I curso de Pós-graduação *Lato Sensu* – Especialização em Terapia Nutricional Clínico-Hospitalar no período de 04/2009 a 11/2010 na Universidade de Rio Preto – UNIRP - SP. Realizou o II curso de Pós-graduação *Lato Sensu* – Alimentos Funcionais, Suplementação e Fitoterapia: princípios bioquímicos, fisiológicos e farmacológicos e aplicações no período de 03/2010 a 12/2011 na Faculdade de Medicina de Rio Preto – FAMERP – SP. Atua desde 03/2009 como docente dos cursos de Nutrição, Enfermagem e Biomedicina na Universidade Paulista campus de Araçatuba – SP. Também atua como docente desde 08/2012 no curso de Nutrição na Faculdade UNITOLEDO – Araçatuba – SP. Iniciou em 03/2014 o III curso de Pós-graduação *Lato Sensu* – Nutrição Clínica, Metabolismo e Terapia Nutricional com previsão de término para 12/2015 – na Faculdade UNITOLEDO – SP. Iniciou em 08/2012 o curso de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ciência Animal na FMVA/UNESP, na área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal, sendo orientada pela Profa. Dra. Elisa Helena Giglio Ponsano.

*“Lâmpada para os meus pés é a tua palavra,
e luz para o meu caminho”.*
(Salmo n9:105)

Dedico...

A Deus, o caminho único da vida, aquele que me deu a oportunidade de evoluir e conhecer o amor, me dando força e saúde todos os dias para alcançar esse objetivo.

Ao meu amado esposo Carlos Alexandre pelo incentivo, apoio e dedicação em todos os momentos em prol a esse sonho conquistado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, razão única da minha existência. Agradeço pelas vitórias e conquistas, mas também dificuldades. Agradeço pela saúde e força, pois sei que em todos os momentos Ele estava comigo.

Ao meu esposo Carlos Alexandre por todo o incentivo, apoio, companheirismo e pela paciência nos momentos extremos dessa caminhada. Obrigado por sempre acreditar que eu seria capaz de concluir esta etapa tão almejada.

A minha eterna “mãezinha do coração”, minha amada vó Terezinha Nadir (*in memória*), pelo amor incondicional a mim dedicado em toda a minha vida.

À Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Faculdade de Medicina Veterinária e ao Curso de Pós-graduação em Ciência Animal pela oportunidade de desenvolver e concluir esse curso de mestrado.

Aos professores Adriane Cristina Garcia Lemos e Leda Gobbo Freitas Bueno pelo aceite e contribuição na defesa da dissertação.

Aos professores Dr. Manoel Garcia Neto e Dra. Luzia Helena Queiroz, pela contribuição prestada no Exame Geral de Qualificação.

Aos técnicos Alexandre e Carlos pelas orientações e ajuda com os equipamentos e reagentes na execução das técnicas de laboratório.

Aos amigos Saulo, Edson, Alstyn pelo auxílio em todas as etapas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, pelo auxílio financeiro concedido ao projeto de pesquisa (2011/50274-4).

Faço um agradecimento em especial à minha orientadora Professora Dra. Elisa Helena Giglio Ponsano pelo auxílio, instrução, rigidez, compreensão e oportunidade, por acreditar que eu seria capaz de desenvolver este trabalho. Sou muito grata pelos conhecimentos a mim concedidos, com certeza eles são essenciais na minha vida pessoal e profissional. Obrigado pelo exemplo de responsabilidade e profissionalismo. Guardo-lhe profunda admiração para seguir meus passos dentro da vida acadêmica.

SUMÁRIO

	Página
SÚMARIO.....	
LISTA DE TABELAS.....	
RESUMO.....	
SUMMARY.....	
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Produção de carne de frangos de corte no Brasil.....	14
2.2 Nutrição e obesidade.....	15
2.3 Características da carne de frango.....	17
2.4 Carne de frango e colesterol.....	19
2.5 Ácidos graxos e sua importância à saúde.....	22
2.6 Aplicação da biomassa de <i>Rubrivivax gelatinosus</i> em alimentação animal.....	24
REFERÊNCIAS.....	25
CAPÍTULO 2 – ARTIGO CIENTÍFICO.....	35
1 INTRODUÇÃO.....	36
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição das rações basais para frangos de corte nas diferentes fases de crescimento e com diferentes concentrações de <i>R. gelatinosus</i>	40
Tabela 2 - Composição centesimal (base úmida) da carne do peito das aves alimentadas com diferentes concentrações de biomassa de <i>R. gelatinosus</i>	42
Tabela 3 - Composição centesimal (base úmida) da carne da coxa das aves alimentadas com diferentes concentrações de biomassa de <i>R. gelatinosus</i>	43
Tabela 4 - Teores de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos em cortes de peito e coxa de frango, segundo algumas tabelas de referências de composição química de alimentos.....	45
Tabela 5 - Conteúdos de colesterol (base úmida) na carne da coxa e peito das aves alimentadas com diferentes concentrações de biomassa de <i>R. gelatinosus</i>	46
Tabela 6 - Teores de colesterol em cortes de peito e coxa de frango, segundo algumas tabelas de referência de composição química de alimentos.....	47
Tabela 7 - Perfil de ácidos graxos da carne da coxa das aves alimentadas com diferentes concentrações de biomassa de <i>R. gelatinosus</i>	49
Tabela 8 - Perfil de ácidos graxos da carne do peito das aves alimentadas com diferentes concentrações de biomassa de <i>R. gelatinosus</i>	50
Tabela 9 - Teores totais de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados em cortes de peito e coxa de frango, segundo algumas tabelas de referência de composição química de alimentos.....	53

COMPOSIÇÃO DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM BIOMASSA BACTERIANA

RESUMO – O Brasil se destaca na produção de carne de frango, ocupando a posição mundial de maior exportador e terceiro maior produtor, o que requer um contínuo atendimento às exigências de mercado em relação à qualidade do produto, incluindo-se a busca por fontes alternativas de alimentos na criação. O emprego de biomassa bacteriana na alimentação de frangos pode proporcionar alterações nas propriedades da carne em função de sua composição. Esta pesquisa teve por objetivo verificar os efeitos do uso de biomassa de *Rubrivivax gelatinosus* na ração de frangos de corte em relação a composição centesimal, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos dos cortes cárneos. Duzentos pintos machos Cobb 500 foram distribuídos aleatoriamente em 20 boxes onde receberam um dos 4 tratamentos (g de biomassa/kg de ração), do 36º ao 45º dia de criação: T1 (controle) – 0 g/kg; T2 – 1 g/kg; T3 – 2 g/kg e T4 - 3 g/kg. Foram realizadas 5 repetições para cada tratamento. Ao final do período experimental, 20 aves de cada tratamento foram abatidas e as carcaças foram seccionadas nos cortes peito e coxa, desossadas, trituradas, liofilizadas, embaladas e congeladas até a realização das análises laboratoriais de composição centesimal, colesterol e ácidos graxos. Os resultados foram submetidos a análise de variância e teste t para a comparação múltipla de médias, com nível de significância de 5%. A composição centesimal e o teor de colesterol dos cortes peito e coxa não diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($P > 0,05$). A concentração de biomassa de 3 mg/g provocou um aumento de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) n-6 na carne da coxa e n-3 na carne do peito. Concluiu-se que o uso da biomassa bacteriana na alimentação dos frangos não influenciou a composição centesimal nem o teor de colesterol na carne e que, na concentração de 3 mg/g, foi capaz de proporcionar um aumento no teor de AGPI.

Palavras-Chave: ácidos graxos, colesterol, composição de alimentos, *Rubrivivax gelatinosus*

MEAT COMPOSITION OF BROILERS FED BACTERIAL BIOMASS

SUMMARY – Brazil stands out in the ranking of broiler chicken production holding the positions of the world's largest exporter and the third largest producer, scores that demand continuous attention to market requirements with regard to product quality, including the search for alternative sources of feed ingredients. The use of bacterial biomass in the feed of broiler chickens can provide changes in the meat due to its compositional properties. This research aimed to examine the effects of using *Rubrivivax gelatinosus* biomass in the feed of broilers on proximate composition, cholesterol content and fatty acid profile of the meat cuts. Two hundred Cobb 500 male chicks were randomly distributed into 20 boxes to receive the experimental diets (5 repetitions) from days 36 to 45, as follows (g biomass/kg diet): T1 (control) – 0 g/kg; T2 – 1 g/kg; T3 – 2 g/kg and T4 - 3 g/kg. At the end of the experiment, 20 birds from each treatment were slaughtered and their carcasses were cut as breast and thigh that were deboned, ground, dried, packed and frozen for the analyses of proximate composition, cholesterol and fatty acids, performed by standard methodologies. Results were analyzed by ANOVA and t test for the multiple comparisons of means using 5% of significance. Proximate composition and cholesterol concentration both in breast and thigh meats did not differ among treatments ($P>0.05$). Biomass at 3 mg/g in the diet provided increases of n-6 polyunsaturated fatty acids (PUFA) in thigh meat and of n-3 PUFA in breast meat. So it was concluded that using the bacterial biomass in broilers feed did not change the proximate composition nor the cholesterol content and that at 3 mg/g the product was able to increase the PUFA contents in the meat.

Keywords: fatty acids, cholesterol, food composition, *Rubrivivax gelatinosus*

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

A avicultura representa a atividade mais dinâmica dentro do complexo brasileiro de carnes. Nas últimas décadas, a produção de carne de frango no país vem se destacando nos mercados consumidores interno e externo, apresentando evolução na qualidade e na quantidade (UBABEF, 2012).

Em 2013, a produção de carne de frango no Brasil chegou a 12,3 milhões de toneladas, das quais 68% foram destinados ao consumo interno e 32% para as exportações (UBABEF, 2014).

Como consequência dessa elevada produção e oferta, o brasileiro tem mudado seu hábito de consumo de carnes, passando de um país preponderantemente consumidor de carne bovina para consumidor da carne de frango, tendo a qualidade e o custo do produto como principais motivos (EMBRAPA, 2003).

A indústria produtora de frangos de corte é impulsionada por mudanças do mercado, o que requer melhoria contínua no melhoramento genético, buscando aves compatíveis com as exigências competitivas dos mercados produtivo, industrial e consumidor (BELUSSO; HESPANHOL, 2010).

A carne de aves é composta de água, proteína, lipídeos, sais minerais e vitaminas (CASTELLINI *et al.*, 2002; BRAGAGNOLO, 2009). Os lipídios presentes na carne de frango possuem um papel essencial no fornecimento de energia e na aceitação sensorial do produto (OVERLAND *et al.*, 2011). Entretanto, essa mesma fração gordurosa é constantemente associada ao risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, devido à presença de colesterol e ácidos graxos saturados (AGS) (KAMBOH; ZHU, 2013; HAUTRIVE; MARQUES; KUBOTA, 2012).

O colesterol é uma substância importante, pois desempenha funções essenciais ao organismo humano como componente de membrana celular, precursor de ácidos biliares e hormônios esteroides e transportador de vitaminas lipossolúveis (WEBER *et al.*, 2004).

A ausência de colesterol exógeno (dietético) é regulada pelo metabolismo por meio de um sistema compensatório que sintetiza maiores concentrações de colesterol endógeno para restabelecer o nível sérico normal, promovendo alterações de colesterol total no sangue e podendo desencadear o processo de aterosclerose (BRAGANOLO, 2001). Portanto, a homeostase do colesterol depende do balanço entre ingestão, absorção/excreção e síntese (ROSA *et al.*, 2006).

Com a intenção de melhorar o perfil lipídico da carne de frangos, pesquisadores têm demonstrado a possibilidade elevar as concentrações dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) por meio da adição de óleos vegetais na ração dos frangos (AVANÇO *et al.*, 2014; MURAKAMI *et al.*, 2010; CRESPO; ESTEVE-GARCIA, 2001).

De acordo com a Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (2008), a substituição dos ácidos graxos saturados (AGS) por AGPI na alimentação humana diminui a concentração sérica da lipoproteína de baixa densidade (LDL-colesterol) e do colesterol total e, conseqüentemente, diminui o risco de aterosclerose e o desenvolvimento de doenças coronarianas.

A presença de AGPI n-6 e n-3 na dieta é benéfica para a saúde, pois contribui para a prevenção de doença cardíaca coronariana e de doenças degenerativas relacionadas à idade (BRENNAN *et al.*, 2008). Entretanto, o consumo excessivo de AGPI n-6 pode causar descontrole na regulação lipídica e contribuir para o desenvolvimento de doenças crônicas devido a um aumento na resposta inflamatória (SHIN *et al.*, 2012).

Durante os processos de abate e industrialização de produtos de origem animal, são gerados subprodutos que se constituem em potenciais poluentes ambientais devido à alta concentração de matéria orgânica (FERNANDES, 2004; CHÁVEZ *et al.*, 2005). O cultivo da bactéria fototrófica *Rubrivivax*

gelatinosus em efluentes industriais de abate e processamento de aves e pescados é capaz de promover a despoluição desses resíduos e, em consequência, gerar uma biomassa composta de aminoácidos essenciais, lipídeos, vitaminas e carotenoides, que pode encontrar aplicação na ração de animais com funções zootécnicas e pigmentantes (PONSANO *et al.*, 2002, 2003, 2008, 2014; KANTACHOTE *et al.*, 2005; LIMA *et al.*, 2008; POLONIO *et al.*, 2010).

Este trabalho se justifica pela necessidade de se investigar os efeitos do uso da biomassa de *Rubrivivax gelatinosus* na dieta de frangos de corte sobre as características de composição química da carne.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NO BRASIL

O desenvolvimento da avicultura no Brasil ocorreu a partir do final da década de 50 e, desde então, a cadeia produtiva de frangos de corte modernizou-se e vem continuamente buscando alternativas para melhorar o desempenho do setor, reduzindo custos e aumentando a produtividade e tentando, com isso, não perder competitividade em nível mundial (EMBRAPA, 2003).

Nas últimas décadas, a produção de carne de frango no país vem se destacando nos mercados consumidores interno e externo, apresentando um aumento da produção, de 5,8 milhões toneladas em 2000 para 12,3 milhões toneladas em 2013. Com esse desempenho, atualmente, o Brasil ocupa a posição de maior exportador mundial e de terceiro maior produtor de carne de frango, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Esse crescimento

foi impulsionado pelo aumento do consumo em nível nacional e pelas exportações (UBABEF, 2013, 2014).

A produção e a comercialização de carne de frango no Brasil contribuem de forma significativa para a economia do país. Em 2013, 32% da produção de carne de frango foi destinada a exportações, com embarque de 3,9 milhões de toneladas, representando uma receita cambial de US\$ 7,7 bilhões de dólares (UBABEF, 2013).

O setor de avicultura é representado por produtores integrados, empresas beneficiadoras e exportadoras. A importância social da avicultura no país se verifica, principalmente, nos estados do Sul e Sudeste onde, em muitas cidades, é a principal atividade econômica. De acordo com a União Brasileira de Avicultura - UBABEF (2012), o setor emprega no Brasil mais de 4,5 milhões de pessoas, direta e indiretamente, e responde por quase 1,5% do produto interno bruto nacional.

Como consequência da elevada produção e oferta de carne de frango no mercado consumidor interno, o brasileiro tem mudado seu hábito de consumo de carnes, passando de um país preponderantemente consumidor de carne bovina para consumidor da carne de frango, tendo a qualidade, a imagem de produto saudável e o custo como principais motivos (EMBRAPA, 2003).

De acordo com a UBABEF (2014), do volume total de frangos produzidos em 2013 no país, 68% foi destinado ao consumo interno, fazendo com que o consumo *per capita* de carne frango atingisse 42 kg. Com a grande demanda por alimentos de origem animal, ricos em proteínas e com conteúdo reduzido de lipídios, a indústria avícola tem procurado melhorar a qualidade da carcaça de frangos de corte, reduzindo o percentual de gordura sem alterar o rendimento de carne magra (MACARI *et al.*, 2004)

2.2 NUTRIÇÃO E OBESIDADE

A nutrição é a ciência que estuda os nutrientes e as substâncias presentes nos alimentos, investigando sua ação, interação e balanço em relação à saúde e à enfermidade (CUPPARI, 2014).

Os nutrientes presentes nos alimentos são divididos em dois grupos, sendo o primeiro denominado de macronutrientes, que possuem a finalidade de produzir energia para a manutenção das funções vitais. Os macronutrientes incluem carboidratos, lipídeos e proteínas, estas últimas com a função de reestruturação de células e tecidos, além da produção de energia. O segundo grupo é o dos micronutrientes, que inclui as vitaminas e os minerais, substâncias consideradas reguladoras do processo metabólico (WAITZBERG, 2000).

Como o ser humano necessita de um equilíbrio na ingestão de todos os nutrientes, é de suma importância que a população esteja atenta aos alimentos consumidos diariamente, para manter uma boa saúde. Alimentos gordurosos devem ser contrabalançados por alimentos pobres em gorduras, assim como a manutenção do peso e a ingestão calórica devem estar dentro das recomendações energéticas (WAITZBERG, 2000).

Nas últimas décadas, o Brasil vem passando por um processo denominado de transição nutricional. Segundo o levantamento mais recente realizado pelo Ministério da Saúde, a proporção de pessoas acima do peso no Brasil avançou de 42,7%, em 2006, para 48,5%, em 2011, chegando a 50,8% em 2013. No mesmo período, o percentual de obesos subiu de 11,4% para 15,8% e chegou a 17,5% em 2013 (VIGITEL, 2011). De acordo com o mesmo estudo, a população da capital de São Paulo apresentou percentuais de 51% para o excesso de peso e 18% para obesidade em 2013 (VIGITEL, 2011; 2013).

A Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009, realizada em parceria entre o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas e o Ministério da Saúde (IBGE, 2010), mostrou que a obesidade e o excesso de peso têm aumentado rapidamente nos últimos anos, em todas as faixas etárias. Nesse levantamento, 50% dos homens e 48% das mulheres com mais de 20 anos

encontravam-se com excesso de peso e 12,5% dos homens e 16,9% das mulheres apresentavam obesidade (IBGE, 2010).

A obesidade é responsável por 4,4 milhões de mortes por ano, sendo responsável por 18% das doenças cerebrovasculares e 56% das doenças cardiovasculares (VIGITEL, 2011).

A evolução do conhecimento científico e a influência da mídia sobre o comportamento da sociedade moderna têm contribuído para uma maior conscientização das pessoas, que passaram a demonstrar maior preocupação com a saúde por meio da procura acentuada por alimentos denominados saudáveis, com baixos níveis de alguns componentes, particularmente de gorduras saturadas e colesterol (MOURA, 2003).

2.3 CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE FRANGO

As características relacionadas à qualidade e ao valor nutricional da carne de frango apresentam crescente importância, tanto para a indústria processadora como para os consumidores (PARK *et al.*, 2002).

A composição química da carne de frango pode variar em relação às proporções de umidade, proteína e gordura (SOUZA, 2004). Em geral, ela é constituída de 60% a 80% de água e 15% a 25% de proteína. Já o conteúdo de lipídeos no músculo das aves é mais variável, pois é influenciado pela composição da dieta, pelo sexo, pela idade e pelo ambiente de criação (JULIÃO, 2003; ALVARADO, 2004). Para esse componente, os valores descritos na literatura variam de 1,5 a 5,3% na carne de peito, apresentando valores pouco mais elevados para a carne da coxa (CASTELLINI *et al.*, 2002; BRAGAGNOLO, 2001). Os demais componentes da carne de frango incluem vitaminas, especificamente as do complexo B, e sais minerais, sendo mais prevalente o ferro, além de pigmentos (CASTELLINI *et al.*, 2002; ALVARADO, 2004; SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005).

Segundo Crespo; Esteve-Garcia (2001) e Murakami *et al.* (2010), a deposição de gordura na carne de frango pode ser alterada em função do perfil de ácidos graxos da dieta. Esses autores encontraram menor deposição de gordura abdominal em frangos Cobb alimentados com fontes de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) na dieta, tal como o óleo de linhaça, em relação à dieta com óleo de soja.

A redução de gordura abdominal de aves alimentadas com dietas ricas em AGPI ocorre em razão da alta capacidade de oxidação dos mesmos e, também, especialmente pelos AGPI tipo n-3 serem preferencialmente depositados como fosfolipídios nas membranas, diferentemente dos AGS, que são depositados como triglicerídeos nos tecidos lipídicos das aves (PONNAMPALAM *et al.*, 2001; CRESPO; ESTEVE-GARCIA, 2002).

A relação entre energia e proteína da dieta de frangos parece ser o fator mais importante para a deposição de gordura ou tecido muscular, onde a alta proporção de energia em relação à proteína leva à excessiva deposição de gordura, enquanto o alto conteúdo de proteína tende a estimular a deposição de tecido magro na carcaça das aves (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005).

Do ponto de vista nutricional, a proteína animal é considerada de alto valor biológico por possuir aminoácidos essenciais como metionina e treonina, sintetizados pelo organismo em quantidades insuficientes às necessidades biológicas, ou estritamente essenciais como a lisina, não sintetizada biologicamente (HAUTRIVE; MARQUES; KUBOTA, 2012).

A carne de aves, além de ser rica em proteínas, é também uma importante fonte de energia, representada pelos lipídios. Os lipídios presentes na carne de frango possuem, também, um importante papel na aceitação do produto, devido à influência que promovem nas propriedades sensoriais, como textura, cor, sabor e aroma (OVERLAND *et al.*, 2011)

Entretanto, a fração gordurosa da carne de frango é constantemente associada ao risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, devido à presença de colesterol e de ácidos graxos saturados (KAMBOH; ZHU, 2013; HAUTRIVE; MARQUES; KUBOTA, 2012).

2.4 CARNE DE FRANGO E COLESTEROL

O colesterol é um tipo de gordura classificado como esteroide, que pode ser sintetizado no organismo ou absorvido pela dieta, proveniente de alimentos de origem animal tais como ovos, carnes, leite e derivados (SOUZA; VISENTAINER, 2006; BRAGAGNOLO, 2001).

A carne de frango apresenta diferentes concentrações de colesterol, dependendo do corte analisado, sendo de aproximadamente 199 mg para coxa sem pele e 115 mg para peito sem pele, valores determinados para cada 100 g do alimento (SOUZA; VISENTAINER, 2006). Outros autores descrevem conteúdos diferentes para o teor de colesterol na carne de frango, variando de 30 a 120 mg/100 g, apresentando maior proporção a carne escura em relação à carne branca (KOMPRDA *et al.*, 2003; VALSTA *et al.*, 2005).

Essa fração lipídica da carne de frango é constantemente associada ao risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, fator que, muitas vezes, aponta esse alimento como indesejado (BRAGAGNOLO, 2001). Entretanto, o colesterol é considerado importante, visto que desempenha funções essenciais ao organismo humano, tais como componente de membrana celular, precursor de ácidos biliares e hormônios esteroides (corticosteroides, sexuais e do córtex supra-renal), transportador de vitaminas lipossolúveis A, D, E, K e na síntese de vitamina D₃, fundamental para a manutenção dos ossos (BRAGAGNOLO, 2001; WEBER *et al.*, 2004;).

O colesterol é denominado exógeno quando proveniente da dieta (30%), ou endógeno, se sintetizado biologicamente (70%) pelo fígado, a partir da acetilcoenzima A (Acetil-Coa), pelo intestino, por meio da via metabólica da enzima hidroxil-3-metil-glutaril-CoA redutase (HMG-CoA redutase) e por glândulas produtoras de hormônios esteroides como a córtex adrenal, os testículos e os ovários (BRAGAGNOLO, 2001; WEBER *et al.*, 2004).

O colesterol dietético é conduzido ao fígado por meio da lipoproteína quilomícron remanescente (lipoproteínas de muito baixa densidade – VLDL),

que promove a inibição da síntese da HMG-CoA redutase, reduzindo a síntese endógena de colesterol, num processo homeostático em que, quanto maior a ingestão de colesterol, menor a quantidade sintetizada pelos hepatócitos, processo que não acontece no intestino (WEBER *et al.*, 2004).

Já a lipoproteína de baixa densidade (LDL) conduz o colesterol do fígado para os tecidos periféricos, onde é liberado e resintetizado a éster dentro da célula, inibindo a produção da HMG-CoA redutase e diminuindo a síntese do colesterol intracelular. Já as lipoproteínas de alta densidade (HDL) são responsáveis pela remoção do colesterol de tecidos periféricos, enviando-os novamente ao fígado, caracterizando um processo denominado de “transporte reverso de colesterol” (ROSA *et al.*, 2006).

A regulação do colesterol celular ocorre por meio do aumento do conteúdo intracelular de colesterol que induz a uma menor síntese dos receptores de LDL. Concomitantemente, ocorre inibição da atividade da HMG-CoA redutase, enzima chave na biossíntese do colesterol. O inverso ocorre em situações de baixa concentração de colesterol, mantendo-se, dessa forma, a concentração intracelular relativamente constante (LOTTENBERG, 2009).

O aumento dos níveis séricos de colesterol acima do recomendado é denominado de hipercolesterolemia, uma doença genética ligada a receptores de LDL defeituosos. As concentrações plasmáticas de colesterol são reguladas por receptores denominados de Apo B e Apo E, presentes na superfície dessas partículas. A heterogeneidade na resposta da colesterolemia mediante o consumo de colesterol é explicada por diferentes genótipos de receptores do tipo Apo E, onde indivíduos portadores do alelo E4 apresentam maior absorção de colesterol quando submetidos a uma dieta rica em colesterol, ocorrendo o contrário com os portadores do alelo E2. Portadores do alelo E3 absorvem normalmente o colesterol da dieta, correspondendo a 50% da população (LOTTENBERG, 2009).

Atualmente, há evidências de que a deficiência nos receptores de LDL pode ser, também, adquirida, devido a uma dieta excessiva em gorduras de origem animal. Castro *et al.* (2004) relata que o consumo de alimentos com alto

teor de gordura saturada, obesidade, sedentarismo, fumo, ingestão excessiva de álcool e o fator genético são as principais causas das enfermidades cardiovasculares e não somente o colesterol dietético. Estudos epidemiológicos mostram uma relação significativa entre o consumo de gordura saturada e a mortalidade por doenças cardiovasculares, sem demonstrar a mesma relação entre o consumo de colesterol e essas doenças pois, na maior parte da população, o consumo excessivo é acompanhado por uma redução da síntese biológica do mesmo, de maneira que o nível sérico de colesterol total é pouco ou nada modificado (JULIÃO, 2003).

Apesar de o colesterol dietético estar relacionado à elevação do colesterol plasmático, seu efeito é menor quando comparado a outras variáveis alimentares, como ingestão de AGS e gorduras *trans*, ou mesmo ao consumo de gordura total (ROSA *et al.*, 2006).

A média da ingestão diária de colesterol da população brasileira é de 400 a 500 mg/dia. Entretanto a American Heart Association (2001), recomenda uma ingestão de 300 mg/ dia, pois o alto consumo de colesterol dietético eleva o quadro já presente de hipercolesterolemia e pode induzir a aterosclerose precoce (JULIÃO, 2003).

Vários fatores como raça, idade, sistema de criação, localização anatômica e tipo de alimentação podem influenciar os valores de colesterol e a composição em ácidos graxos da carne de frango. Dentre esses fatores, o que mais influencia a concentração de colesterol e o perfil de ácidos graxos é o tipo de ácidos graxos presentes na alimentação animal, principalmente os ácidos graxos poli-insaturados. (KOMPRDA *et al.*, 2003; VALSTA *et al.*, 2005).

Pesquisadores têm demonstrado a possibilidade de elevar as concentrações dos AGPI na carne de frango por meio da adição de óleos vegetais na ração, com a intenção de melhorar o perfil lipídico da carne (AVANÇO *et al.*, 2014; MURAKAMI *et al.*, 2010; CRESPO; ESTEVE-GARCIA, 2001).

2.5 ÁCIDOS GRAXOS E SUA IMPORTÂNCIA À SAÚDE

Ácidos graxos (AG) são ácidos carboxílicos, componentes de óleos e gorduras, classificados como ácidos graxos de cadeia curta quando contêm de dois a quatro átomos de carbono, de cadeia média quando contêm de seis a dez átomos de carbono e de cadeia longa quando contêm acima de doze átomos de carbono (GRAZIOLA *et al.*, 2002).

Os AG também podem ser classificados como saturados ou insaturados em relação à presença ou ausência de insaturações na molécula. Os AGS não possuem insaturações, enquanto os ácidos graxos insaturados (AGI) são classificados como ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) quando apresentam uma insaturação ou de AGPI quando apresentam duas ou mais insaturações na molécula (GRAZIOLA *et al.*, 2002). A carne de frango possui maiores concentrações de AGS, e menores de AGPI, como os AGMI tipo n-9 e pouca quantidade de AGPI tipo n-3 e n-6 (BRAGAGNOLO, 2001)

Os AGS são considerados hipercolesterolêmicos pois elevam a proporção de LDL-colesterol e aumentam o nível de colesterol total sanguíneo porque reduzem a atividade do receptor LDL e o espaço livre de LDL na corrente sanguínea (NOVELLO, 2008). O aumento das concentrações plasmáticas de LDL-colesterol devido aos AGS promove risco aumentado de desenvolvimento de doença cardíaca coronariana, daí a recomendação para a substituição dos AGS por AGPI (BRENNAN *et al.*, 2008).

De acordo com a Food and Agriculture Organization – FAO (2008), a substituição dos AGS (C12:0, C:14:0 e C16:0) por AGPI diminui a concentração do LDL-colesterol e de colesterol total no sangue. Com base em doença cardíaca coronária, morbidade e dados de mortalidade de estudos epidemiológicos e ensaios clínicos controlados, há evidências convincentes dos benefícios promovidos pela substituição de AGS por AGPI, uma vez que estes reduzem a agregação plaquetária e, conseqüentemente, a aterosclerose e o risco de desenvolvimento de doenças coronarianas (FAO, 2008).

As famílias de AGPI n-6 e n-3 abrangem AG que apresentam insaturações separadas por um carbono metilênico, com a primeira insaturação no 6º e no 3º átomos de carbono, respectivamente, enumerados a partir do grupo metil terminal (MARTIN *et al.*, 2006).

Esses AG são obtidos da dieta ou sintetizados a partir dos ácidos graxos linoleico (AL, C18:2 n-6) ou alfa-linolênico (AAL, C18:3 n-3) pela ação de enzimas alongases e dessaturases, essas últimas ausentes em mamíferos, o que torna esses ácidos graxos essenciais (ANDRADE; CARMO, 2006; MARTIN *et al.*, 2006). Por meio das enzimas dessaturases, o ácido linoleico (n-6) é convertido a araquidônico e o ácido alfa-linolênico (n-3), a ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido decosahexanóico (DHA). Assim, os principais representantes da família n-3 são o AAL, o ácido EPA (C20:5 n-3) e o ácido DHA (C22:6 n-3) e os principais representantes da família n-6 são o AL e o ácido araquidônico (AA, C20:4 n-6) (ANDRADE; CARMO, 2006).

A presença de EPA e DHA na dieta é considerada benéfica para a saúde, pois pode contribuir para a prevenção de doença cardíaca coronariana e outras doenças degenerativas relacionadas à idade (BRENNAN *et al.*, 2008). Por outro lado, o consumo excessivo de AG n-6 pode levar ao mau funcionamento da regulação lipídica e contribuir para o desenvolvimento de doenças crônicas devido a um aumento na resposta inflamatória (SHIN *et al.*, 2012).

Os AGPI das séries n-3 e n-6 atuam como precursores na síntese de prostaglandinas (PGE), leucotrienos (LTB) e tromboxana (TXA), substâncias envolvidas em processos de coagulação e inflamação. Os AGPI n-6 participam da via inflamatória e os AGPI n-3 participam da ativação da via anti-inflamatória. O ácido araquidônico é o precursor das PGE2 e dos LTB4, que são importantes eicosanoides pró-inflamatórios, e precursor da TXA2, que atua como potente vasoconstritor e agregador plaquetário. Já o EPA é convertido em PGE3, LTB5 e TXA3, substâncias potencialmente anti-inflamatórias e antitrombóticas. A adequação da relação dos AGPI n-6 e n-3 garante o equilíbrio dos processos de coagulação e inflamação e modula diversos genes

envolvidos nos processos oxidativos, o que justifica a necessidade de um balanço apropriado entre n-6 e n-3 na dieta (LOTTENBERG, 2009).

No entanto, os AG das famílias n-6 e n-3 competem pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento da cadeia. Assim, a razão entre a ingestão diária de alimentos fontes de AG n-6 e n-3 assume grande importância na nutrição humana, resultando em várias recomendações, que variam de 2:1 até 10:1 (MARTIN *et al.*, 2006). Segundo a FAO e a Organização Mundial de Saúde, a recomendação adequada da relação de n-6:n-3 é de 5:1 até 10:1 (WHO, 1995). Entretanto, em uma dieta típica ocidental, a razão pode variar de 10:1 até 25:1 (SHIN *et al.*, 2012).

Com a finalidade de melhorar a qualidade do perfil lipídico da carne de frango, pesquisadores têm estudado os efeitos da administração de óleos vegetais na dieta para elevar a proporção de AGPI (CRESPO; ESTEVE-GARCIA, 2001). De acordo com Avanço *et al.* (2014) o tipo de lipídeo presente na dieta de frangos tende a refletir no perfil de ácidos graxos das carcaças dos mesmos.

2.6 APLICAÇÃO DA BIOMASSA DE *Rubrivivax gelatinosus* EM ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Rubrivivax gelatinosus é uma bactéria púrpura não sulfurosa (BPNS), que apresenta crescimento fotoautotrófico utilizando hidrogênio molecular e CO₂, como doadores de carbono e elétrons e fotoheterotrófico, utilizando substratos orgânicos, características que viabilizam seu crescimento em efluentes industriais, permitindo a despoluição e a produção de biomassa (PONSANO *et al.*, 2003, 2006, 2008; TORRES, 2010).

A biomassa de *Rubrivivax gelatinosus* é considerada de alto valor nutricional em função de possuir proteínas com aminoácidos essenciais, lipídeos, vitaminas e carotenoides, podendo, assim, encontrar aplicação na

ração de animais como aves e peixes (PONSANO *et al.*, 2002; 2003; 2014; KANTACHOTE *et al.*, 2005; POLONIO *et al.*, 2010).

A adição da biomassa de *Rubrivivax gelatinosus* na ração de frangos de corte promove o aumento da intensidade da cor na carne e, na ração de galinhas poedeiras, promove maior pigmentação da gema, elevando o tom avermelhado (PONSANO *et al.*, 2004 a; 2004 b; POLONIO *et al.*, 2010). Segundo Avanço *et al.* (2014), a utilização da biomassa de *Rubrivivax gelatinosus* na ração de frangos de corte até a concentração de 2 g/kg promoveu o aumento da tonalidade amarela e, na concentração de 3 g/kg, promoveu o aumento da tonalidade vermelha na pele e na carne de frangos.

Este estudo se justifica pelo interesse em avaliar o uso de ingredientes alternativos na nutrição animal, onde se inclui a biomassa de *Rubrivivax gelatinosus*, considerando-se a hipótese de que o uso desse produto na alimentação de frangos de corte possa causar alterações benéficas na composição da carne. Além disso, a biomassa de *Rubrivivax gelatinosus* é produzida no efluente de indústria de processamento de alimentos, representando um processo biológico despoluente e permitindo a obtenção de um produto com aplicação na produção animal. Dessa forma, evidencia-se a característica de sustentabilidade atribuída ao processo, bastante desejável nos sistemas produtivos atuais.

O objetivo desta pesquisa foi verificar os efeitos do uso de biomassa de *Rubrivivax gelatinosus* na ração de frangos de corte sobre a qualidade dos cortes cárneos em relação à composição centesimal, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos.

REFERÊNCIAS

ALVARADO, H. M. B. **Aplicação de um sistema de classificação de carcaças e cortes e efeito pós abate na qualidade de cortes de frango de corte criados no sistema alternativo**. 2004. 82f. Dissertação (mestrado em

Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

AMERICAM HEART ASSOCIATION. **Dietary Guidelines for Heart American Adults.** Disponível em: http://www.americanheart.org/Heart_and_Stroke_A_ZGuide/diegt.html, 2001. Acesso em 03 de abril de 2014.

ANDRADE, P. M. M.; CARMO, M. G. T. Ácidos graxos n-3: um link entre eicosanoides, inflamação e imunidade. **Metabólica**, v. 8, n. 3, p. 135-143, 2006.

SAULO, V. A.; PONSANO, E. H. G.; GARCIA NETO, PINTO, M. F. Biomassa de *Rubrivivax gelatinosus* na criação de frangos de corte: desempenho animal e cor dos produtos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 6, p. 1831-1838, 2014.

BRAGAGNOLO, N. **Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol.** In: II CONFERENCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUINA, 2001. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_bragagnolo_pt.pdf. Acesso em: 01 Abr. 2014

BELUSSO, D.; HESPANHOL, A. N. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percorso – NEMO**, Maringa, v. 2, n. 1, p. 25-51, 2010.

BRENNA, J. T.; Crawford, M. A.; Elmadfa, I.; Galli, C.; Gerber, M.; Ghafoorunissa; Henry, J. C.; Lapillonne, A.; Li, D.; Mozaffarian, D.; Ratnayake, W. M. N.; Sanders, T. A. B.; Skeaff, C. M.; Sinclair, A. J.; Uauy, R.; Wolmarans,

P. Interim summary of conclusions and dietary recommendations on total fat and fatty acids. Geneva, FAO/WHO, 2008.

CASTELLINI, C.; MUNGAI, C.; DAL BOSCO, A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. **Meat Science**, v. 60, n.3, p. 219-225, 2002.

CASTRO, L. C. V.; FRANCESCHINI, S. C. C.; PRIORE, S. E.; PELUZIO, M. C. G. Nutrição e doenças cardiovasculares: os marcadores de risco em adultos. **Revista. Nutrição**. v.17, n.3, p. 369-377, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v17n3/21886.pdf>>. Acesso em: 18 Dez. 2014

CHÁVEZ, P.C.; CASTILHO, L.R.; DENDOOVEN, L.; ESCAMILLA-SILVA, E.M. Poultry slaughter wastewater treatment with an up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor. **Bioresource Technology**. v. 96, n. 15, p. 1730-1736, 2005.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. **Poultry Science**, v.80, n. 1, p.71-78, 2001.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles. **Poultry Science**, v.81, n. 10, p.1533-1542, 2002.

CUPPARI, L.; SCHOR, N. **Guia de Nutrição: nutrição clínica no adulto**. 3 ed. Barueri, SP: Manole, 2014. p. 11

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA. Suínos e Aves. **Sistemas de produção de frangos de corte**. Versão Eletrônica Jan./2003. Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaoFrangodeCorte/Importancia-economica.html>>. Acesso em: 9 Jun. 2014.

FERNANDES, M. A. **Avaliação de um desempenho de um frigorífico avícola quanto aos princípios da produção sustentável**. 2004. 120f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação do Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Interim Summary of Conclusions and Dietary Recommendations on Total Fat & Fatty Acids**. From the Joint FAO/WHO Expert Consultation on Fats and Fatty Acids in Human Nutrition, November, WHO HQ, Geneva. p. 10-14, 2008.

GRAZIOLA, F.; SOLIS, V. S.; CURI, R. Estrutura química e classificação dos ácidos graxos. In: CURI, R.; POMPEIA, C.; MIYASAKA, C. K.; PROCOPIO, J. **Entendendo a Gordura – Os Ácidos Graxos**. 1. ed. São Paulo: Editora Manole, 2002. Cap. 1, p.7-23.

HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E. H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 327-334, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Pesquisa do Orçamento Familiar – 2008-2009**: desnutrição cai e peso das crianças brasileiras ultrapassa padrão internacional. Agosto 2010. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?busca=1&id=1&idnoticia=1699&t=pof-20082009-desnutricao-cai-peso-criancas-brasileiras-ultrapassa-padrao-internacional&view=noticia>> Acesso em: 17 Jul. 2014

JULIÃO, A. M. **Avaliação da composição centesimal e aceitação sensorial da carne de frangos de linhagens comercial e tipo colonial comercializadas em nível varejista**. 2003. 104f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal Fluminense, Niterói: Rio de Janeiro, 2003.

KANTACHOTE, D.; TORPEE, S.; UMSAKUL, K. The potencial use of anoxygenic phototrophic bacteria for treating latex rubber sheet wastewater. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 3, p. 0-0, 2005. Disponível em: <<http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/article/view/v8n3->

KOMPRDA, T.; ZELENKA, J.; FAJMONOVÁ, E.; BAKAJ, P.; PECHOVÁ, P. Cholesterol content in meat of same poultry and fish species as influenced by live weight and total lipid content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 26, p. 7692-7697, 2003.

LIMA, L. K. F.; PONSANO, E. H. G. Parâmetros de produtividade e redução da carga poluente de efluente industrial de pescado em dois reatores biológicos. **Veterinária e Zootecnia**, v. 15, n. 2, supl. 1, p. 123, 2008.

LOTTENBERG, A. M. P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**, v. 53, n. 5, p. 595-607, 2009.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Produção de frangos de corte**. Campinas: Facta, 2004.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

MINISTERIO DA SAÚDE. **VIGITEL 2011**: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/noticia/4718/162/quase-metade-da-populacao-brasileira-esta-acima-do-peso.html>> Acesso em: 17 Jul. 2014

MINISTERIO DA SAÚDE. **VIGITEL 2013**: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2014/abril/30/Lancamento-Vigitel-28-04-ok.pdf>> Acesso em: 17 Jul. 2014

MOURA, B. H. S. **Desempenho e composição da carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes níveis energéticos, com e sem óleo**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2003. 51p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.

MURAKAMI, K. T. T.; PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G.; GARCIA NETO, M. Desempenho produtivo e qualidade da carne de frangos alimentados com ração contendo óleo de linhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 4, p. 401-407, 2010.

NOVELLO, D.; OST, P. R.; FONSECA, R. A.; NEUMANN, M.; FRANCO, S. G.; QUINTILIANO, D. A. Avaliação bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia-branca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1660-1668, 2008.

OVERLAND, M.; BORGE, G. I.; VOGT, G.; SCHOYEN, H. F.; SKREDE, A. Oxidative stability and sensory quality of meat from broiler chickens fed a

bacterial meal produced on natural gas. **Poultry Science**, v. 90, n. 1, p. 201-210, 2011.

PARK, G. B.; MOON, S. S, KO, Y. D.; HÁ, J. K.; LEE, J. G.; CHANG, H. H.; JOO, S. T. Influence of slaughter yield and quality grades of Han woo (Korean native cattle) carcasses. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 1, p. 129-136, 2002.

POLONIO, L. B.; PONSANO, E. H. G.; PINTO, M. F.; NETO, M. G. Utilisation of bacterial (*Rubrivivax gelatinosus*) biomass for egg yolk pigmentation. **Animal Production Science**, v. 50, n. 1 p. 1-5, 2010.

PONNAMPALAM, E.N.; SINCLAIR, A.J.; EGAN, A.R.; BLAKELEY, S.J.; LI, D.; LEURY, B.J. Effect of dietary modification of muscle long chain n-3 fatty acid on plasma insulin and lipid metabolites, carcass traits, and fat deposition in lambs. **Journal of Animal Science**, v.79, n. 4, p.895-903, 2001.

PONSANO, E. H. G.; PAULINO, C. Z.; PINTO, M. F. Phototrophic growth of *Rubrivivax gelatinous* in poultry slaughterhouse wastewater. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 9, p. 3836-3842, 2008.

PONSANO E. H. G.; PINTO, M. F.; GARCIA-NETO, M.; LACAVA, P. M. Performance and color of broilers fed diets containing *Rhodocyclus gelatinosus* biomass. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 6, n. 4, p. 237-242, 2004a.

PONSANO, E. H. G.; GRASSI, T. L. M.; SANTO, E. F. E. S.; MARCOS, M. T. S.; CAVAZZANA, J. F.; PINTO, M. F. **Color and carotenoids in tilapia fish fed different carotenoids**. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, n. 60, 2014, Punta Del Este.

PONSANO, E. H. G.; LACAVALA, P. M.; PINTO, M. F. Chemical composition of *Rhodocyclus gelatinous* biomass produced in poultry slaughterhouse wastewater. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 2, p. 143-147, 2003.

PONSANO, E. H. G.; PINTO, M. F.; GARCIA NETO, M.; LACAVALA, P. M. *Rhodocyclus gelatinosus* biomass for egg yolk pigmentation. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, p. 421-425, 2004b.

PONSANO, E. H. G.; PINTO, M. F.; NETO, M. G.; LACAVALA, P. M. Evaluation of *Rhodocyclus gelatinosus* biomass for broiler pigmentation. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 11, n. 1, p. 77-82, 2002.

ROSA, F. C.; MARIA, B. C.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J.; VIEIRA, J. O.; FARIA, P. B.; SAVIAN, T. V. Efeito de métodos de cocção sobre a composição química e colesterol em peito e coxa de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 707-714, 2006.

SHIN, D.; CHOI, S. H.; GO, G.; PARK, J. G.; NARCISO-GAYATÁN, C.; MORGAN, C. A.; SMITH, S. B.; SÁNCHEZ-PLATA, M. X.; RUIZ-FERIA, C. A. Effects of dietary combination of n-3 and n-6 fatty acids on the deposition of linoleic and arachidonic acid in broiler chicken meats. **Poultry Science**, v. 91, n. 4, p. 1009-1017, 2012.

SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. **Colesterol da mesa ao corpo**. 1. ed. São Paulo: Varela, 2006. p. 41-71.

SOUZA-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Ed. da Universidade UFPEL, 2005. p. 67-76.

SOUZA, X. R. **Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistema de produção caipira e convencional.** Universidade Federal da Lavras, Lavras, 2004.

TORRES, A. P. C. **Biomassa bacteriana como aditivo de ração de aves e peixes.** 2010. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária. Araçatuba, 2010.

UBABEF. **União Brasileira de Avicultura. Relatório Anual de 2012.** Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/41c30a0f46702351b561675f70fae077.pdf>> Acesso em: 09 jun. 2014.

UBABEF. **União Brasileira de Avicultura. Relatório Anual de 2013.** Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/732e67e684103de4a2117dda9ddd280a.pdf>>. Acesso em: 7 Jun. 2014.

UBABEF. **União Brasileira de Avicultura. Relatório Anual de 2014.** Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>>. Acesso em: 6 Set. 2014.

VALSTA, L. M.; TAPANAINEN, H.; MANNISTO, S. Meat fast in nutrition. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 525-530, 2005.

WAITZBERG, D.L. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica.** 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2000.

WEBER, L. W.; BOLL, M.; STAMPFL, A. Maintaining cholesterol homeostasis: sterol regulatory element-binding proteins. **World Journal of Gastroenterology**. v. 10, n. 21, p. 3081-3087, 2004.

CAPÍTULO 2 – ARTIGO CIENTÍFICO: COMPOSIÇÃO DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM BIOMASSA BACTERIANA

RESUMO – O Brasil se destaca na produção de carne de frango, ocupando a posição mundial de maior exportador e terceiro maior produtor, o que requer um contínuo atendimento às exigências de mercado em relação à qualidade do produto, incluindo-se a busca por fontes alternativas de alimentos na criação. O emprego de biomassa bacteriana na alimentação de frangos pode proporcionar alterações nas propriedades da carne em função de sua composição. Esta pesquisa teve por objetivo verificar os efeitos do uso de biomassa de *Rubrivivax gelatinosus* na ração de frangos de corte em relação a composição centesimal, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos dos cortes cárneos. Duzentos pintos machos Cobb 500 foram distribuídos aleatoriamente em 20 boxes onde receberam um dos 4 tratamentos (g de biomassa/kg de ração), do 36º ao 45º dia de criação: T1 (controle) – 0 g/kg; T2 – 1 g/kg; T3 – 2 g/kg e T4 - 3 g/kg. Foram realizadas 5 repetições para cada tratamento. Ao final do período experimental, 20 aves de cada tratamento foram abatidas e as carcaças foram seccionadas nos cortes peito e coxa, desossadas, trituradas, liofilizadas, embaladas e congeladas até a realização das análises laboratoriais de composição centesimal, colesterol e ácidos graxos. Os resultados foram submetidos a análise de variância e teste t para a comparação múltipla de médias, com nível de significância de 5%. A composição centesimal e o teor de colesterol dos cortes peito e coxa não diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($P > 0,05$). A concentração de biomassa de 3 mg/g provocou um aumento de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) n-6 na carne da coxa e n-3 na carne do peito. Concluiu-se que o uso da biomassa bacteriana na alimentação dos frangos não influenciou a composição centesimal nem o teor de colesterol na carne e que, na concentração de 3 mg/g, foi capaz de proporcionar um aumento no teor de AGPI.

Palavras-chave: ácidos graxos, colesterol, composição de alimentos, *Rubrivivax gelatinosus*

1. INTRODUÇÃO

A avicultura no Brasil constitui a atividade mais dinâmica dentro do complexo brasileiro de carnes. Nas últimas décadas, a produção de carne de frango no país vem se destacando nos mercados consumidores interno e externo, apresentando evolução na qualidade e na quantidade, que atingiu 12,3 milhões de toneladas em 2013. Desse volume, 68% foram destinados ao consumo interno e 32% para as exportações, com embarque de 3,9 milhões de toneladas em 2013, representando uma receita cambial de US\$ 7,7 bilhões de dólares. Atualmente, o Brasil ocupa a posição de maior exportador mundial e terceiro maior produtor de carne de frango, com o crescimento do setor impulsionado pelas exportações e pelo consumo nacional, onde o consumo *per capita* foi de 42 kg em 2013 (UBABEF, 2013, 2014). Como consequência das elevadas produção e oferta do produto no mercado consumidor interno, o brasileiro vem mudando seu hábito de consumo de carnes, passando de um perfil preponderantemente consumidor de carne bovina para consumidor da carne de frango, tendo a qualidade e o custo como principais motivos (EMBRAPA, 2003).

A carne de aves é composta de água, proteínas, lipídeos e outros nutrientes como vitaminas do complexo B e minerais como o ferro (CASTELLINI *et al.*, 2002; SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005).

Do ponto de vista nutricional, a proteína animal é considerada de alto valor biológico por possuir aminoácidos essenciais como metionina e treonina, sintetizados pelo organismo em quantidades insuficientes às necessidades biológicas, ou estritamente essenciais como a lisina, não sintetizada

biologicamente (HAUTRIVE; MARQUES; KUBOTA, 2012)

Os lipídios presentes na carne de frango, além fornecerem energia, possuem, também, um importante papel na aceitação dos produtos, devido à influência que exercem sobre as propriedades sensoriais como textura, cor, sabor e aroma (OVERLAND *et al.*, 2011). Entretanto, a fração gordurosa é constantemente associada ao risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, devido à presença de colesterol e ácidos graxos saturados (AGS) (BRAGAGNOLO, 2001).

Grande parte do colesterol é classificada como endógena (70%), por ser sintetizada biologicamente pelo fígado e pelo intestino, enquanto que os 30% restantes são considerados exógenos (BRAGAGNOLO, 2001). Os ácidos graxos compreendem outra classe de lipídeos, podendo ser classificados em saturados ou insaturados, dependendo da presença ou não de duplas ligações (insaturações) entre os átomos formadores da cadeia carbônica (GRAZIOLA *et al.*, 2002).

Com a intenção de melhorar o perfil lipídico da carne de frango, pesquisadores têm estudado a possibilidade de elevar a proporção de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) da dieta de frangos de corte com a adição de óleos vegetais, fator que reflete diretamente no perfil de ácidos graxos da carcaça segundo o tipo de lipídeo adicionado (MURAKAMI *et al.*, 2010; CRESPO; ESTEVE-GARCIA, 2001).

De acordo com a Food and Agriculture Organization of the United Nations (2008), a substituição dos AGS por AGPI na alimentação de humanos diminui a concentração de colesterol total no sangue. Além disso, sabe-se que o consumo de gorduras insaturadas apresenta efeito benéfico à saúde do sistema cardiovascular, ao contrário das gorduras saturadas (LIMA *et al.*, 2000).

Durante os processos de abate e industrialização de produtos de origem animal, são gerados subprodutos que se constituem em potenciais poluentes ambientais devido à alta concentração de matéria orgânica (CHÁVEZ *et al.*, 2005). O cultivo da bactéria fototrófica *Rubrivivax gelatinosus* em efluentes

industriais de abate e processamento de aves e pescados é capaz de promover a despoluição desses resíduos e, em consequência, gerar uma biomassa composta de aminoácidos essenciais, lipídeos, vitaminas e carotenoides, que pode encontrar aplicação na ração de animais com funções zootécnicas e pigmentantes (PONSANO *et al.*, 2002, 2003, 2008, 2014; KANTACHOTE *et al.*, 2005; LIMA *et al.*, 2008; POLONIO *et al.*, 2010).

Esta pesquisa teve por objetivo verificar os efeitos do uso de biomassa de *Rubrivivax gelatinosus* na ração de frangos de corte sobre a qualidade dos cortes cárneos em relação a composição centesimal, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas dependências da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba/SP, Unesp (latitude -21.198806999727346, longitude -50.46119214999999) no período de junho a julho de 2011. A criação dos animais ocorreu em um galpão experimental de alvenaria com dimensões de 7,85 x 45,70 m, construído na orientação Leste-Oeste, climatizado com sistema de resfriamento evaporativo adiabático com ventilação de pressão negativa, coberto com telhas especiais constituídas de material isolante (poliestireno expandido) disposto entre chapas metálicas refletivas. Todos os procedimentos utilizados na criação seguiram o regulamento que estabelece os procedimentos para o uso científico de animais no Brasil (BRASIL, 2008).

Duzentos pintos machos de um dia de idade da linhagem Cobb 500 foram alocados aleatoriamente em 20 boxes telados de 1,5 x 3,0 m, contendo comedouros e bebedouros de altura regulável e tendo cama de maravalha como piso. Cada box correspondeu a uma parcela experimental, composta por 10 aves. O fornecimento de ração e água foi feito *ad libitum* durante todo o período de criação (45 dias). O aquecimento foi feito de

forma intermitente com lâmpadas incandescentes de 250 W durante os 15 primeiros dias.

O experimento contou com um delineamento experimental inteiramente casualizado de 4 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos consistiram de diferentes quantidades de biomassa de *Rubrivivax gelatinosus* fornecidas na ração basal de acabamento (do 36^o ao 45^o dia): T1 (grupo controle) - sem adição, T2 - 1 g/kg, T3 - 2 g/kg, e T4 - 3 g/kg.

A biomassa bacteriana na forma de pó utilizada na composição dos tratamentos foi produzida a partir do cultivo da bactéria *Rubrivivax gelatinosus* em efluente de indústria de abate e processamento de tilápias conforme as condições descritas por Ponsano *et al.* (2011). A biomassa continha aproximadamente 57% de proteínas, 11% de lipídeos, 4% de sais minerais e 0,3 % de oxicarotenoides próprios da espécie. Até o momento do uso, o produto foi mantido refrigerado e ao abrigo da luz e do ar.

A formulação das rações (Tabela 1) foi realizada utilizando-se o Programa Prático Para Formulação de Ração – PPF (<http://sites.google.com/site/ppfrprogramforfeedformulation/>), de modo a atender às exigências nutricionais recomendadas por Rostagno *et al.* (2011) para cada fase de criação e os ingredientes utilizados no preparo foram adquiridos junto ao comércio varejista local. Para o preparo das rações experimentais, as diferentes concentrações de biomassa foram dissolvidas em óleo de soja e, então, incorporadas à ração basal de acabamento, com o auxílio de um misturador de ração horizontal com capacidade para 250 kg.

Tabela 1 - Composições das rações basais para frangos de corte nas diferentes fases de crescimento e com diferentes concentrações de *R. gelatinosus*

Ingrediente (%)	Ração inicial		Ração de acabamento				
	(1º – 21º dia)		Ração de crescimento		(36º – 45º dia)		
			(22º – 35º dia)		T1	T2	T3
Milho	51,02	56,77	60,35	60,15	59,95	59,74	
Soja farelo - 45%	40,14	34,75	31,27	31,31	31,34	31,38	
Óleo de soja	4,63	4,97	5,06	5,13	5,20	5,27	
Fosfato bicálcico	1,67	1,29	1,06	1,06	1,06	1,06	
Calcário calcítico	1,04	0,87	0,77	0,77	0,77	0,77	
Sal comum	0,52	0,48	0,44	0,44	0,44	0,44	
Polimax F ^A	0,66	0,60	0,78	0,78	0,78	0,78	
DL-metionina	0,12	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	
L-lisina HCl	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	
Biomassa	--	--	--	0,10	0,20	0,30	
L treonina	0,043	0,028	0,026	0,26	0,26	0,26	
Composição calculada							
Energia metabolizável kcal/kg	3048,00	3150,00	3199,00	3199,00	3199,00	3199,00	
Proteína Bruta (PB) %	21,83	19,64	17,98	17,98	17,98	17,98	
Cálcio %	0,913	0,742	0,643	0,643	0,643	0,643	
P disponível %	0,429	0,348	0,302	0,302	0,302	0,302	
Potássio %	0,604	0,598	0,590	0,590	0,590	0,590	
Sódio %	0,223	0,207	0,195	0,195	0,195	0,195	
Cloro %	0,199	0,182	0,170	0,170	0,170	0,170	
Ácido linoleico %	1,093	1,053	1,019	1,019	1,019	1,019	
Lisina digestível %	1,246	1,118	1,045	1,045	1,045	1,045	
Metionina digestível %	0,486	0,447	0,418	0,418	0,418	0,418	
Metionina + cistina digestível %	0,897	0,816	0,763	0,763	0,763	0,763	
Triptofano digestível %	0,212	0,201	0,188	0,188	0,188	0,188	
Treonina digestível %	0,810	0,727	0,679	0,679	0,679	0,679	

^A Composição do suplemento vitamínico-minerais utilizados nas rações durante as três fases de criação (quantidade/kg do produto): **Inicial:** vit. A - 1.670.000 U.I.; vit. D3 - 335.000 U.I.; vit. E - 2.500 mg; vit. K3 - 417 mg; vit. B1 - 250 mg; vit. B2 - 835 mg; vit. B6 - 250 mg; vit. B12 - 2.000 mcg; ácido fólico - 100 mg; biotina - 9 mg; niacina - 5.835 mg; pantotenato de cálcio - 1.870 mg; Cu - 1.000 mg; Co - 17 mg; I - 170 mg; Fe - 8.335 mg; Mn - 10.835mg; Zn - 7.500 mg; Se - 35 mg; Cloreto de Colina 50% - 116.670 mg; Metionina - 250.000 mg; Coccidiostático - 13.335 mg; Promotor de Crescimento - 13.335 mg; Antioxidante - 2.000 mg. **Crescimento:** vit. A - 1.335.000 U.I.; vit. D3 - 300.000 U.I.; vit. E - 2.000 mg; vit. K3 - 335 mg; vit. B1 - 167 mg; vit. B2 - 670 mg; vit. B6 - 170 mg; vit. B12 - 1.670 mcg; ácido fólico - 67 mg; biotina - 7 mg; niacina - 4.670 mg; pantotenato de cálcio - 1.870 mg; Cu - 1.000 mg; Co - 17 mg; I - 170 mg; Fe - 8.335 mg; Mn - 10.835 mg; Zn - 7.500 mg; Se - 35 mg; Cloreto de Colina 50% - 83.340mg; Metionina - 235.000mg; Coccidiostático - 10.000 mg; Promotor de Crescimento - 10.000mg; Antioxidante - 2.000mg. **Terminação:** vit. A - 1.670.000 U.I.; vit. D3 - 335.000 U.I.; vit. E - 2.335 mg; vit. K3 - 400 mg; vit. B1 - 100 mg; vit. B2 - 800 mg; vit. B6 - 200 mg; vit. B12 - 2.000 mcg; ácido fólico - 67 mg; biotina - 7 mg; niacina - 5.670 mg; pantotenato de cálcio - 2.000 mg; Cu - 2.000 mg; Co - 27 mg; I - 270 mg; Fe - 16.670 mg; Mn - 17.335 mg; Zn - 12.000 mg; Se - 70 mg; Cloreto de Colina 50% - 100.000mg; Metionina - 235.000mg; Antioxidante - 2.000 mg.

No último dia de criação, quatro aves de cada repetição foram amostradas ao acaso, identificadas por anilhas plásticas nos pés e, após 8 horas de jejum alimentar, foram abatidas, depenadas automaticamente,

eviscerados manualmente, resfriadas em *chiller* por uma hora e drenadas por aproximadamente 10 minutos (BRASIL, 1998).

Na sequência, as carcaças foram seccionadas nos cortes peito e coxa, os quais foram desossados, triturados, liofilizados, embalados e mantidos a – 20 °C até 24 horas antes das análises laboratoriais. Após o descongelamento em refrigerador, foram realizadas as análises descritas a seguir, em duplicata, para cada amostra.

A composição centesimal foi determinada por meio das análises de umidade (secagem em estufa a 105 °C, até a obtenção de peso constante); proteínas totais (método de micro Kjeldahl, utilizando o fator de 6,25 para conversão do valor de nitrogênio em proteína); lipídeos totais (método de Soxhlet de extração com solvente) e cinzas (incineração em mufla a 550 °C). A metodologia empregada foi a descrita em Horwitz; Latimer Junior (2006).

O teor de colesterol foi determinado por meio da metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando-se o espectrofotômetro Hitachi-5000 para a leitura da absorbância a 625 nm e o reagente cromogênico como branco. Os cálculos foram obtidos a partir da curva padrão de colesterol.

Para a determinação do perfil lipídico, os ácidos graxos foram extraídos com uma mistura de hexano/isopropanol, metilados com solução de NaOMe/metanol e separados com uma solução de éter etílico e ácido oxálico (HARA; RADIN, 1978; CHRISTIE, 1982). Alíquotas de 1 µL do extrato foram injetadas no cromatógrafo a gás modelo Focus CG- Finnigan, com detector de ionização de chama, coluna capilar CP-Sil 88 (Varian), com 100 m de comprimento por 0,25 µm de diâmetro interno e 0,20 µm de espessura do filme, fabricada pela Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO (U.S.A.). Foi utilizado o hidrogênio como gás de arraste, numa vazão de 1,8 mL/min. O programa de temperatura utilizado no forno foi de 70 °C com tempo de espera de 4 min, 175 °C (13 °C/min) com tempo de espera de 27 min, 215 °C (4 °C/min) com tempo de espera de 9 min, seguido de aumentos de 7 °C/min até 230 °C e permanência de 5 min, totalizando 65 min. A temperatura do vaporizador foi de 250 °C e a do detector foi de 300 °C. A identificação dos picos de ácidos graxos

foi realizada por comparação com os tempos de retenção conhecidos dos ácidos graxos da curva padrão da Supelco®, fabricada pela Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO (U.S.A.) e a quantificação foi realizada por normalização das áreas dos ésteres metílicos, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e teste t para a comparação múltipla de médias, utilizando-se o programa SAS 9.2 (2008) com nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da composição centesimal das amostras de peito e coxa oriundos de cada tratamento podem ser visualizados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente. A análise estatística não indicou diferença significativa ($P > 0,05$) para os valores de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas, tanto no peito quanto na coxa, em decorrência da aplicação dos tratamentos.

Tabela 2 - Composição centesimal (base úmida) da carne do peito das aves alimentadas com diferentes concentrações de biomassa de *R. gelatinosus*

Tratamentos	Carne do peito ($X \pm S$) ¹			
	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídeos (%)	Cinzas (%)
T1	72,0 ± 1,01	19,4 ± 0,61	3,3 ± 0,52	1,4 ± 0,08
T2	72,4 ± 1,40	19,6 ± 1,56	3,5 ± 0,33	1,5 ± 0,11
T3	71,0 ± 3,20	20,2 ± 2,09	3,8 ± 0,54	1,4 ± 0,21
T4	71,6 ± 1,27	19,4 ± 1,26	3,8 ± 0,17	1,4 ± 0,16
Geral ²	71,15 ± 2,03	19,65 ± 1,88	3,6 ± 0,39	1,4 ± 0,14
CV% ³	2,40	6,99	10,97	9,87

¹ Média ± desvio padrão. ² Média geral ± desvio padrão. ³ Coeficiente de variação.

Tabela 3 - Composição centesimal (base úmida) da carne da coxa das aves alimentadas com diferentes concentrações de biomassa de *R. gelatinosus*

Tratamentos	Carne da coxa ($\bar{X} \pm S$) ¹			
	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídeos (%)	Cinzas (%)
T1	71,0 ± 0,86	21,8 ± 1,17	6,2 ± 0,52	1,2 ± 0,10
T2	73,2 ± 2,22	21,3 ± 1,64	6,3 ± 0,87	1,2 ± 0,10
T3	70,9 ± 2,42	22,1 ± 0,83	6,5 ± 0,50	1,2 ± 0,11
T4	70,8 ± 1,57	22,6 ± 1,45	6,6 ± 0,52	1,3 ± 0,08
Geral ²	71,47 ± 1,76	21,95 ± 1,27	6,4 ± 0,60	1,2 ± 0,09
CV% ³	2,47	5,81	9,44	8,00

¹ Média ± desvio padrão. ² Média geral ± desvio padrão. ³ Coeficiente de variação.

A carne de aves é constituída de 60 a 80% de água e 15 a 25% de proteína, enquanto que o conteúdo de lipídeos é mais variável por ser influenciado pela composição da dieta, pela idade e pelo ambiente de criação, variando de 1,5 a 5,3% na carne de peito e apresentando valores mais elevados para a coxa (CASTELLINI *et al.*, 2002; BRAGAGNOLO, 2001). Sendo assim, os dados encontrados neste experimento para a composição centesimal da carne da coxa e do peito de frangos estão dentro dos valores apontados pela literatura, o que indica que a suplementação da dieta dos frangos com o produto não provoca alterações na composição da carne, o que pode ser considerado positivo do ponto de vista nutricional.

Os valores médios da composição centesimal encontrados na presente pesquisa também são semelhantes aos reportados por outros autores (TORRES *et al.*, 2000; ROSA *et al.*, 2006; TONETTI *et al.*, 2012). As concentrações de proteínas também estão de acordo com o relatado por Novello (2008a, 2008b) e Assis (2010) na carne do peito e o teor de umidade nesse mesmo corte também está de acordo com dados reportados por Murakami *et al.* (2010). Os teores de lipídios encontrados nos corte de peito e coxa são semelhantes aos reportados por Bragagnolo; Rodriguez-Amaya (1992) e por Bragagnolo (2001).

Segundo Kamboh; Zhu (2013) a carne de frango é considerada uma das

mais desejadas carnes de todo o mundo por causa da relativamente baixa teor de gordura. A carne de frango, pode ser considerada uma fonte alimentar de baixa quantidade de gordura, principalmente a carne do peito, que possui valores menores que 5%, como os encontrados neste estudo. O menor teor de gordura da carne de peito se deve a sua característica anatômica natural, onde não há necessidade de grande quantidade de reserva de energia para o trabalho muscular, diferente da coxa com sobrecoxa, onde a atividade física é prolongada e constante, requerendo maiores teores de gordura para atuar como reserva energética e isolante térmico (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005). Portanto, pode-se considerar que o consumo da carne de peito de frango propicia um menor consumo de gordura, colaborando para a prevenção de doenças causadas por excesso na ingestão de lipídios e contribuindo para uma alimentação saudável e uma melhor qualidade de vida.

Ao se comparar os valores encontrados nesta pesquisa com dados fornecidos por tabelas de referências de composição de alimentos (Tabela 4), verifica-se que os teores de umidade para a carne do peito e da coxa foram inferiores aos reportados nas Tabelas de Composição de Alimentos - TACO (2011) e Universidade de São Paulo – USP (2008), para ambos os cortes, respectivamente.

Segundo a Portaria nº 210/1998 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no processo de pré-resfriamento por imersão realizado na indústria de abate de frangos, é permitida a absorção de água em até 8% do peso total da carcaça a ser oferecida ao consumidor na forma congelada (BRASIL, 1998). Dessa forma, é possível justificar os valores inferiores encontrados neste experimento para o teor de umidade em relação aos reportados pelas tabelas TACO e USP, já que, para a realização das análises de composição química são tomadas amostras de frangos do mercado consumidor, onde são esperados teores aumentados de umidade.

Quanto aos teores de cinzas, os valores encontrados tanto em peito quanto em coxa estão compatíveis com os apresentados nas mesmas tabelas. Em relação aos lipídeos, as concentrações encontradas na carne do peito

foram semelhantes às da TACO e superiores às da USP, enquanto que, na carne da coxa, os valores encontrados foram compatíveis com a USP e maiores do que o reportado pela TACO. Já as concentrações de proteínas encontradas foram semelhantes na carne de peito e superiores na carne da coxa em relação aos valores apresentados nas mesmas tabelas. Da mesma forma como mostrado nessas tabelas, o teor de lipídios totais obtidos na carne de peito, no presente trabalho, representou aproximadamente a metade dos teores presentes na carne da coxa.

Tabela 4 – Teores de umidade, cinza, proteínas e lipídeos em cortes de peito e coxa de frango, segundo algumas tabelas de referências de composição química de alimentos

	TACO*		USP**		Valores médios encontrados neste experimento	
	Peito	Coxa	Peito	Coxa	Peito	Coxa
Umidade (g/100g)	74,8	76,4	73,8	75,5	71,15	71,47
Cinza (g/100g)	1,0	0,9	1,1	0,9	1,4	1,2
Proteínas (g/100g)	21,5	17,8	20,8	16,5	19,65	21,95
Lipídios (g/100g)	3,0	4,9	1,8	7,0	3,6	6,4

*Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (2011)

** Tabela de Composição de Alimentos – USP (2008)

As discrepâncias entre os valores encontrados no presente experimento e os reportados nas tabelas reforçam a necessidade de constante revisão dos valores de referência para a composição química de alimentos, uma vez que eles podem ser influenciados por diversos fatores relacionados à nutrição das aves, à genética e ao próprio processamento das carnes (NOVELLO *et al.*, 2008a). Segundo Torres *et al.* (2000) há necessidade da obtenção de dados nacionais periódicos sobre a composição de alimentos condizentes com a realidade de nossos solos, clima, variedades, raças, animais e manejo, considerando a grande extensão territorial do país e as diferenças regionais.

As concentrações de colesterol das amostras de coxa e peito para os tratamentos foram consideradas estatisticamente iguais ($P > 0,05$), como mostra a Tabela 5.

Fatores como raça, idade, sistema de criação, localização anatômica e tipo de alimentação podem influenciar os teores de lipídios, ácidos graxos e colesterol nos tecidos animais, este último apresentando um conteúdo variável entre 30 a 120 mg/100 g de carne de frango (KOMPRDA *et al.*, 2003; VALSTA *et al.*, 2005; SOUZA; VISENTAINER, 2006). Segundo Bragagnolo; Rodriguez-Amaya (1992), o teor de lipídeos totais e de colesterol das carnes vermelhas é superior ao das carnes brancas, como encontrado neste experimento.

Tabela 5 – Conteúdos de colesterol (base úmida) na carne da coxa e do peito das aves alimentadas com diferentes concentrações de biomassa de *R. gelatinosus*

Tratamentos	Colesterol total (mg/100g) (X ± S) ¹	
	Peito	Coxa
T1	47,88 ± 8,68	68,15 ± 7,25
T2	49,68 ± 3,86	62,98 ± 8,84
T3	46,98 ± 6,67	60,53 ± 7,79
T4	51,97 ± 4,82	64,82 ± 8,18
Geral ²	49,12 ± 6,0	64,12 ± 8,01
CV% ³	12,34	12,54

¹ Média ± desvio padrão. ² Média geral ± desvio padrão. ³ Coeficiente de variação.

Em comparação com dados reportados por USDA (2001), PHILIPPI (2002) e TACO (2011) (Tabela 6), os resultados encontrados neste estudo para as concentrações de colesterol foram inferiores nos cortes de coxa e peito, porém compatíveis com a literatura. Concentrações de colesterol superiores aos encontrados nesta pesquisa também foram encontrados por Rosa *et al.* (2006) na carne de coxa (91,97 mg/100 g) e de peito de frango (66,79 mg/100 g) e por Bragagnolo; Rodriguez-Amaya (1992), que relatam teores de colesterol de 80 mg/100 g e 58 mg/100 g nos cortes de coxa e peito, respectivamente.

Tabela 6 – Teores de colesterol em cortes de peito e coxa de frango, segundo algumas tabelas de referência de composição química de alimentos

	Valores médios encontrados neste experimento							
	USDA*		TACO**		PHILIPPI***		Peito	Coxa
	Peito	Coxa	Peito	Coxa	Peito	Coxa		
Colesterol (mg/100g)	58	77	59	91	58	83	49	64

* United States Department of Agriculture – USDA (2001)

**Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (2011)

***Tabela de Composição de Alimentos – PHILIPPI (2002)

O colesterol desempenha funções essenciais ao organismo humano, tais como componente de membrana celular, produção de ácidos biliares, precursor de hormônios esteroides (corticosteroides, sexuais e do córtex supra-renal), transporte das vitaminas lipossolúveis A, D, E, K e síntese de vitamina D₃, fundamental para a manutenção dos ossos (BRAGAGNOLO, 2001; WEBER *et al.*, 2004). A homeostase do colesterol depende do balanço entre ingestão, absorção/excreção e síntese (ROSA *et al.*, 2006). Na ausência de colesterol dietético, o metabolismo humano, em um mecanismo de regulação, atua por meio de um sistema compensatório, sintetizando maiores concentrações de colesterol endógeno a fim de restabelecer o nível sérico normal, promovendo alterações nas concentrações de colesterol total no sangue que podem desencadear o processo de aterosclerose e aumentar o risco do desenvolvimento de doenças cardiovasculares (BRAGAGNOLO, 2001).

Apesar de o colesterol dietético estar relacionado à elevação do colesterol plasmático, seu efeito é menor quando comparado a outras variáveis alimentares, como a ingestão de ácidos graxos saturados e de gorduras *trans*, ou mesmo ao consumo de gordura total (ROSA *et al.*, 2006). Para Castro *et al.* (2004), alimentos com alto teor de gordura saturada e carboidratos, obesidade, sedentarismo, fumo, ingestão excessiva de álcool e o fator genético são as principais causas das enfermidades cardiovasculares, e não o colesterol dietético.

Neste trabalho, verificou-se que a suplementação das dietas dos frangos com a biomassa não promoveu alterações no teor de colesterol das aves, não

interferindo na qualidade nutricional do produto para o consumo humano, uma vez que as recomendações para um consumo adequado desse tipo de lipídeo é indicado para a prevenção de doenças e para a manutenção de funções essenciais do organismo.

Como o tipo de gordura da dieta das aves influencia a concentração de lipídeos e o tipo de ácidos graxos da carne, é possível produzir carne mais saudável adequando-se as formulações das rações para esse fim (KOMPRDA *et al.*, 2003; KAMBOH; ZHU, 2013).

De acordo com as Tabelas 7 e 8, verifica-se que a presença da biomassa nas rações não aumentou os teores de AGS na carne do peito nem da coxa. Os principais ácidos graxos saturados encontrados na carne de frango são C14:0 (mirístico), C16:0 (palmítico) e C18:0 (esteárico). Com exceção do último, os outros são considerados hipercolesterolêmicos e estão relacionados com o risco de desenvolvimento de doença cardíaca coronariana, daí a recomendação para a substituição desses ácidos graxos por AGPI (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2008; NOVELLO, 2008a). Nesse sentido, verifica-se que o uso da biomassa na ração na concentração de 3 mg/g provocou um aumento significativo nos teores de AGPI totais da coxa, especialmente em decorrência do aumento de C18:2 n-6, denominado ácido linoleico (AL). Já na carne de peito, embora o teor de AGPI totais não tenha aumentado, a biomassa na concentração de 3 mg/g da ração aumentou o teor de C20:5 n-3, denominado ácido eicosapentaenóico (EPA), condição considerada benéfica para a saúde dos consumidores, do ponto de vista nutricional, pois a presença de EPA na dieta pode contribuir para a prevenção de doença cardíaca coronariana e de outras doenças degenerativas relacionadas à idade devido a suas atividades potencialmente anti-inflamatórias e antitrombóticas (BRENNAN *et al.*, 2008).

Resultados semelhantes ao obtido neste experimento também foram observados no estudo de Novello *et al.* (2008a), que encontraram um aumento de AGPI n-6 na carne de coxa e de AGPI n-3 na carne de peito de frangos alimentados com 4,5% e 9% de farinha de peixe na ração. Cao *et al.* (2012)

também testaram o papel dos flavonoides presentes nas folhas do *Ginkgo biloba* sobre o metabolismo lipídico de frangos de corte e encontraram um aumento significativo na concentração de AGPI no músculo do peito dos animais tratados com a planta em relação ao grupo controle.

Tabela 7 – Perfil de ácidos graxos da carne da coxa das aves alimentadas com diferentes concentrações de biomassa de *R. gelatinosus* (%)

Ácidos Graxos	Tratamentos (X ± S) ¹				P-valor
	T1	T2	T3	T4	
C14:0	0,49 ± 0,02	0,47 ± 0,02	0,49 ± 0,01	0,45 ± 0,03	0,1388
C16:0	19,81 ± 1,06	20,17 ± 0,76	20,26 ± 0,6	19,77 ± 0,75	0,8348
C18:0	5,58 ± 0,03	4,96 ± 0,21	5,59 ± 0,32	5,3 ± 0,4	0,1288
C20:0	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,03	0,07 ± 0	0,8435
Σ AGS	25,96 ± 0,44	25,68 ± 0,53	26,42 ± 0,82	25,59 ± 1,03	0,6505
C14:1	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,1927
C16:1	3,48 ± 0,44	3,49 ± 0,27	3,69 ± 0,52	3,5 ± 0,3	0,8985
C18:1 n-9	33,19 ± 0,82	33,01 ± 0,04	33,41 ± 0,31	33,01 ± 0,09	0,6582
C20:1	0,33 ± 0,02 ^a	0,31 ± 0,01 ^a	0,26 ± 0,03 ^b	0,25 ± 0,03 ^b	0,0093
Σ AGMI	37,11 ± 1,12	36,92 ± 0,24	37,47 ± 0,45	36,7 ± 0,29	0,6557
C18:2 n-6	29,93 ± 0,09 ^b	29,99 ± 0,57 ^b	29,36 ± 0,23 ^b	30,74 ± 0,27 ^a	0,0075
C18:3 n-3	2,25 ± 0,1	2,37 ± 0,17	2,27 ± 0,22	2,47 ± 0,46	0,7369
C20:4 n-6	0,67 ± 0,08	0,63 ± 0,02	0,6 ± 0,2	0,63 ± 0,04	0,8904
C20:5 n-3	0,11 ± 0,01 ^a	0,09 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,01 ^b	0,06 ± 0,02 ^b	0,0009
C22:6 n-3	0,08 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0	0,8592
Σ AGPI	33,04 ± 0,12^{bc}	33,15 ± 0,66^b	32,34 ± 0,43^c	33,97 ± 0,23^a	0,0090
Σ n-6	30,6 ± 0,01^b	30,62 ± 0,56^b	29,96 ± 0,37^b	31,37 ± 0,25^a	0,0095
Σ n-3	2,44 ± 0,11	2,53 ± 0,16	2,38 ± 0,21	2,6 ± 0,48	0,7711
n-6/n-3	12,54 ± 0,59	12,13 ± 0,69	12,65 ± 1,08	12,34 ± 2,38	0,9664
AGPI/AGS	1,27 ± 0,04^{ab}	1,29 ± 0,05^{ab}	1,22 ± 0,05^b	1,33 ± 0,05^a	0,0972

¹ Média ± desvio padrão. Valores na linha seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (P>0,05) segundo o Teste t. AGS – ácidos graxos saturados; AGMI – ácidos graxos monoinsaturados; AGPI – ácidos graxos poli-insaturados.

Tabela 8 – Perfil de ácidos graxos da carne do peito das aves alimentadas com diferentes concentrações de biomassa de *R. gelatinosus* (%)

Ácidos Graxos	Tratamentos (X ± S) ¹				P-valor
	T1	T2	T3	T4	
C14:0	0,47±0,05	0,49±0,03	0,48±0,05	0,43±0,04	0,4014
C16:0	19,74±0,32	20,05±0,32	20,17±0,85	19,49±0,51	0,4592
C18:0	6,13±0,11	6,15±0,2	6,23±0,13	5,69±0,58	0,2322
C20:0	0,08±0,01	0,08±0,01	0,08±0	0,07±0,02	0,6926
Σ AGS	26,42±0,43	26,77±0,48	26,96±0,78	25,68±1,00	0,2079
C14:1	0,09±0,03	0,09±0,01	0,09±0,03	0,09±0,01	1,0000
C16:1	2,95±0,34	2,81±0,17	3,01±0,85	2,98±0,43	0,9639
C18:1 n-9	31,75±0,63	32,04±0,05	32,08±0,11	31,94±0,06	0,6175
C20:1	0,22±0,07	0,29±0,03	0,31±0,02	0,33±0,03	0,0558
Σ AGMI	35,01±0,49	35,23±0,15	35,49±0,76	35,34±0,42	0,7043
C18:2 n-6	31,3±0,4 ^a	30,46±0,44 ^b	30,21±0,33 ^b	31,46±0,24 ^a	0,0066
C18:3 n-3	2,56±0,15	2,43±0,43	2,31±0,19	2,54±0,41	0,7146
C20:4 n-6	1,12±0,06	1,06±0,06	1,08±0,08	0,95±0,14	0,2061
C20:5 n-3	0,04±0,01 ^b	0,04±0,01 ^b	0,04±0,02 ^b	0,12±0,01 ^a	0,0001
C22:6 n-3	0,14±0,02	0,14±0,03	0,13±0,04	0,11±0,02	0,5638
Σ AGPI	35,16±0,54^a	34,13±0,72^b	33,77±0,26^b	35,18±0,49^a	0,0229
Σ n-6	32,42±0,43^a	31,52±0,47^b	31,29±0,30^b	32,41±0,21^a	0,0096
Σ n-3	2,74±0,17	2,61±0,38	2,48±0,15	2,77±0,41	0,6446
n-6/n-3	11,86±0,69	12,25±1,76	12,65±0,88	11,87±1,76	0,8754
AGPI/AGS	1,33±0^a	1,27±0,01^b	1,25±0,05^b	1,37±0,03^a	0,0036

¹ Média ± desvio padrão. Valores na linha seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (P>0,05) segundo o Teste t. AGS – ácidos graxos saturados; AGMI – ácidos graxos monoinsaturados; AGPI – ácidos graxos poli-insaturados.

As famílias de AGPI n-6 e n-3 abrangem AG que apresentam insaturações separadas por um carbono metilênico, com a primeira instauração no 6º e no 3º átomos de carbono, respectivamente, enumerados a partir do grupo metil terminal (MARTIN *et al.*, 2006). Esses AG são obtidos da dieta ou

sintetizados a partir do AL (C18:2 n-6) ou alfa-linolênico (AAL, C18:3 n-3) pela ação de enzimas alongases e dessaturases (ANDRADE; CARMO, 2006; MARTIN *et al.*, 2006). Assim, os principais representantes da família n-3 são o AAL, o ácido EPA, (C20:5 n-3) e o ácido docosahexaenóico (DHA, C22:6 n-3) e os principais representantes da família n-6 são o AL e o ácido araquidônico (AA C20:4 n-6) (ANDRADE; CARMO, 2006).

Dentre as funções biológicas dos AGPI estão a manutenção da integridade celular endotelial, a prevenção de alterações cardiovasculares, a inibição de vasoconstrição, a agregação plaquetária e atividades imunomoduladoras (ANDRADE; CARMO, 2006). Os AGPI das séries n-3 e n-6 atuam como precursores de prostaglandinas (PGE), leucotrienos (LTB) e tromboxana (TXA), substâncias envolvidas nos processos de coagulação e inflamação. O ácido araquidônico é o precursor das PGE2 e dos LTB4, compostos com atividade pró-inflamatória, e da TXA2, potente composto vasoconstritor e agregador plaquetário. Já o EPA é convertido em PGE3, LTB5 e TXA3, substâncias potencialmente anti-inflamatórias e antitrombóticas, que atuam inibindo a síntese de mediadores inflamatórios derivados do ácido araquidônico, devido ao fato de os AGPI n-3 e n-6 competirem por enzimas em vias metabólicas comuns (LOTTENBERG, 2009).

Verifica-se, dessa forma, que a adequada relação n-6/n-3 dos AGPI garante o equilíbrio dos processos de coagulação e inflamação e modulam diversos genes envolvidos nos processos oxidativos (LOTTENBERG, 2009). O consumo excessivo de AGPI n-6, por exemplo, pode levar ao mau funcionamento da regulação lipídica e contribuir para o desenvolvimento de doenças crônicas devido a um aumento na resposta inflamatória, o que justifica a necessidade de um balanço apropriado entre AGPI n-6/n-3 na dieta (SHIN *et al.*, 2012).

Assim, a razão entre a ingestão diária de alimentos fontes de AGPI n-6 e n-3 assume grande importância na nutrição humana, resultando em várias recomendações estabelecidas por autores e órgãos de saúde, tais como 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 e até 10:1 (MARTIN *et al.*, 2006). Em uma dieta típica ocidental,

por exemplo, a razão varia de 10:1 até 25:1, estando, portanto, bem distante do recomendado nutricionalmente (SHIN *et al.*, 2012).

De acordo com Simopoulos (2002), no período que antecedeu a industrialização, a dieta alimentar humana apresentava a razão n-6/n-3 em torno de 1:1 a 2:1 devido ao consumo abundante de vegetais e peixes contendo ácidos graxos n-3. Com o advento da industrialização, ocorreu um aumento progressivo dessa razão devido, principalmente, à produção de óleos refinados oriundos de grãos e cereais com alto teor de AGPI n-6 (principalmente AL), tais como milho, girassol e soja, usados em substituição aos lipídios ricos em AGS, e à diminuição da ingestão de frutas e verduras, resultando em dietas com quantidades inadequadas de ácidos graxos n-3. Nas últimas décadas, verifica-se que, em diversos países, a ingestão média de ácidos graxos resulta em relações n-6/n-3 que estão entre 10:1 a 20:1, ocorrendo registros de até 50:1 (MARTIN *et al.*, 2006).

A manipulação das fontes de gordura na dieta das aves pode melhorar a relação entre AG n-6 e n-3 na carne, originando um produto mais saudável do ponto de vista nutricional (SHIN *et al.*, 2012). Entretanto, neste trabalho, as concentrações testadas de biomassa bacteriana na alimentação dos frangos não alteraram a relação n-6/n-3 da carne do peito ou da coxa, que esteve ao redor de 12:1, provavelmente em função da composição dos cereais e das oleaginosas da ração animal, ricos em n-6 e pobres em n-3 (SIMOPOULUS, 2002; ANDRADE; CARMO, 2006).

Ainda assim, a relação n-6/n-3 mostrou-se compatível com o esperado para a carne de frango, indicando que o uso do produto na ração não prejudicou o padrão normal. Bragagnolo (2001) pesquisou a composição de colesterol e ácidos graxos na carne de frango e encontrou relação semelhante de AGPI n-6/n-3 nos cortes de peito e coxa, assim como Novello *et al.* (2008a), utilizando 9% de farinha de peixe na ração, também encontraram relação semelhante de n-6/n-3 na carne de peito de frango, comparado aos resultados do presente estudo.

As concentrações totais de AGS, ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e AGPI encontradas nas amostras de coxa e peito neste experimento foram comparadas com valores de referência e apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Teores totais de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados em cortes de peito e coxa de frango, segundo algumas tabelas de referência de composição química de alimentos

	USDA*		TACO**		PHILIPPI***		Valores médios encontrados neste experimento	
	Peito	Coxa	Peito	Coxa	Peito	Coxa	Peito	Coxa
AGS (g/100g)	0,44	1,10	1,10	3,0	0,33	1,01	0,26	0,25
AGMI (g/100g)	0,39	1,34	1,30	4,5	0,30	1,22	0,35	0,37
AGPI (g/100g)	0,37	1,07	Tr ¹	1,6	0,28	0,97	0,34	0,33

* United States Department of Agriculture – USDA (2001)

**Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (2011)

***Tabela de Composição de Alimentos – PHILIPPI (2002)

¹Tr = traço; AGS = ácidos graxos saturadas; AGMI = ácidos graxos monoinsaturados; AGPI = ácidos graxos poli-insaturados

Os resultados relacionados à quantidade total de AGS, AGMI e AGPI foram inferiores na carne coxa, quando comparados aos relatados nas tabelas USDA, TACO e PHILIPPI. Já em relação à carne de peito, os valores encontrados foram compatíveis com os reportados por USDA e PHILIPPI e inferiores à TACO. Essa discrepância entre os resultados demonstra a grande variação entre as análises, tipos de dietas e de animais avaliados.

4. CONCLUSÃO

Diante dos resultados, pode-se concluir que a suplementação da dieta de frangos com biomassa de *Rubrivivax gelatinosus* não promoveu alterações na composição centesimal e no teor de colesterol da carne das aves. Entretanto, a adição da biomassa em 3 g/kg da ração aumentou a

concentração de AGPI totais na carne da coxa e de EPA na carne do peito, sem promover alterações na relação n-6/n-3.

Dessa forma, pode-se dizer que a aplicação da biomassa bacteriana na concentração de 3 g/kg pode beneficiar o consumidor devido à alteração no perfil de ácidos graxos, o que abre uma perspectiva interessante para o aprimoramento da qualidade dos produtos avícolas, acompanhando uma tendência mundial de consumo de alimentos com atividade funcional.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, P. M. M.; CARMO, M. G. T. Ácidos graxos n-3: um link entre eicosanoides, inflamação e imunidade. **Metabólica**, v. 8, n. 3, p. 135-143, 2006.

ASSIS, M. T. Q.; DAMIAN, C.; OLIVO, G.; MAGENIS, R. B.; TAHA, P.; ROTTA, J.; GAUCHE, C. Avaliação físico-química de filés de peito de frango adicionados de sal, tripolifosfato de sódio e proteína isolada de soja. **Alimentação e Nutrição**, v. 21, n. 1, p. 129-139, 2010.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol em carnes de frango. **Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo**, v. 28, n. 2, p. 122-131, 1992.

BRAGAGNOLO, N. **Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol**. In: II CONFERENCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUINA, 2001. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_bragagnolo_pt.pdf>. Acesso em: 01 Abr. 2014

BRASIL. Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008. Regulamenta o inciso VII do § 1o do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais; revoga a Lei no 6.638, de 8 de maio de 1979; e dá outras providências. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Brasília, DF, 8 mai. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11794.htm>. Acesso em: 18 Nov. 2013.

BRASIL. Portaria nº 210 de novembro de 1998. Anexo I – Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento e Secretaria de Defesa Agropecuária**, Brasília, DF, Nov. 1998 Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/servlet/VisualizarAnexo?id=3162>>. Acesso em: 7 Out. 2014

BRENNA, J. T.; Crawford, M. A.; Elmadfa, I.; Galli, C.; Gerber, M.; Ghafoorunissa; Henry, J. C.; Lapillonne, A.; Li, D.; Mozaffarian, D.; Ratnayake, W. M. N.; Sanders, T. A. B.; Skeaff, C. M.; Sinclair, A. J.; Uauy, R.; Wolmarans, P. **Interim summary of conclusions and dietary recommendations on total fat and fatty acids**. Geneva, FAO/WHO, 2008.

CAO, F. L.; ZHANG, X. H.; YU, W. W.; ZHAO, L. G.; WANF, T. Effect of feeding fermented Ginkgo biloba leaves on growth performance, meat quality and lipid metabolism in broilers. **Poultry Science**, v. 91, n. 5, p. 1210 – 1221, 2012.

CASTELLINI, C.; MUNGAI, C.; DAL BOSCO, A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. **Meat Science**, v. 60, n.3, p. 219-225, 2002.

CASTRO, L. C. V.; FRANCESCHINI, S. C. C.; PRIORE, S. E.; PELUZIO, M. C. G. Nutrição e doenças cardiovasculares: os marcadores de risco em

adultos. **Revista. Nutrição.** v.17, n.3, p. 369-377, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v17n3/21886.pdf>>. Acesso em: 18 Dez. 2014

CHÁVEZ, P.C.; CASTILHO, L.R.; DENDOOVEN, L.; ESCAMILLA-SILVA, E.M. Poultry slaughter wastewater treatment with an up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor. **Bioresource Technology.** v. 96, n. 15, p. 1730-1736, 2005.

CHRISTIE, W.W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesteryl esters. **Journal of Lipid Research,** v. 23, n. 7, p. 1072, 1975. Disponível em: <<http://www.jlr.org/content/23/7/1072.full.pdf>>. Access: 06 set. 2014.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. **Poultry Science,** v.80, n. 1, p.71-78, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA. Suínos e Aves. **Sistemas de produção de frangos de corte.** Versão Eletrônica Jan./2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaoFrangodeCorte/Importancia-economica.html>>. Acesso em: 9 Jun. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Interim Summary of Conclusions and Dietary Recommendations on Total Fat & Fatty Acids.** From the Joint FAO/WHO Expert Consultation on Fats and Fatty Acids in Human Nutrition, November, WHO HQ, Geneva. p. 10-14. 2008.

GRAZIOLA, F.; SOLIS, V. S.; CURI, R. Estrutura química e classificação dos ácidos graxos. In: CURI, R.; POMPÉIA, C.; MIYASAKA, C. K.; PROCOPIO, J.

Entendendo a Gordura – Os Ácidos Graxos. 1. ed. São Paulo: Editora Manole, 2002. Cap. 1, p.7-23.

HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraciton of tissues with low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, v. 90, p. 420-426, 1978.

HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E. H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 327-334, 2012.

HORWITZ, W.; LATIMER JUNIOR. (Eds.). **Official methods of analysis of AOAC International.** 18. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=7&func=select&orderby=1&Itemid=7>. Acesso em: 18 Nov. 2013.

KAMBOH, A. A.; ZHU, W. Y. Effect of increasing levels of bioflavonoids in broiler feed on plasma anti-oxidative potential, lipid metabolites, and fatty acid composition of meat, **Poultry Science.** v. 92, n. 2, p. 454–461, 2013.

KANTACHOTE, D.; TORPEE, S.; UMSAKUL, K. The potencial use of anoxygenic phototrophic bacteria for treating latex rubber sheet wastewater. **Eletronic Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 3, p. 0-0, 2005. Available in: <<http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/article/view/v8n3->

KOMPRDA, T.; ZELENKA, J.; FAJMONOVÁ, E.; BAKAJ. P.; PECHOVÁ, P. Cholesterol content in meat of same poultry and fish species as influenced by

live weight and total lipid content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 26, p. 7692-7697, 2003.

LIMA, L. K. F.; PONSANO, E. H. G. Parâmetros de produtividade e redução da carga poluente de efluente industrial de pescado em dois reatores biológicos. **Veterinária e Zootecnia**, v. 15, n. 2, supl. 1, p. 123, 2008.

LIMA, F. E. L.; MENEZES, T. N.; TAVARES, M. P.; SZARFARC, S. C.; FISBERG, R. M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista de Nutrição**, v. 13, n. 2, p. 73 – 80, 2000.

LOTTENBERG, A. M. P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**, v. 53, n. 5, p. 595-607, 2009.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

MURAKAMI, K. T. T.; PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G.; GARCIA NETO, M. Desempenho produtivo e qualidade da carne de frangos alimentados com ração contendo óleo de linhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 4, p. 401-407, 2010.

NOVELLO, D.; OST, P. R.; FONSECA, R. A.; NEUMANN, M.; FRANCO, S. G.; QUINTILIANO, D. A. Avaliação bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia-branca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1660-1668, 2008a.

NOVELLO, D.; OST, P. R.; NEUMANN, M; PELLEGRINI, L. G. Avaliação bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de carne e ossos. **Revista Brasileira de Zootecnia - Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 4, n. 3, p. 355-366, 2008b.

OVERLAND, M.; BORGE, G. I.; VOGT, G.; SCHOYEN, H. F.; SKREDE, A. Oxidative stability and sensory quality of meat from broiler chickens fed a bacterial meal produced on natural gas. **Poultry Science**, v. 90, n. 1, p. 201-210, 2011.

PHILIPPI, S. T. **Tabela de composição de alimentos**: suporte para decisão nutricional. 2. ed. São Paulo: Coronário, 2002. 135p.

POLONIO, L. B.; PONSANO, E. H. G.; PINTO, M. F.; NETO, M. G. Utilisation of bacterial (*Rubrivivax gelatinosus*) biomass for egg yolk pigmentation. **Animal Production Science**, v. 50, n. 1 p. 1-5, 2010.

PONSANO, E. H. G.; GRASSI, T. L. M.; SANTO, E. F. E. S.; MARCOS, M. T. S.; CAVAZZANA, J. F.; PINTO, M. F. **Color and carotenoids in tilapia fish fed different carotenoids**. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, n. 60, 2014, Punta Del Este.

PONSANO, E. H. G.; LIMA, L. K. F.; TORRES, A. P. C. From a pollutant byproduct to a feed ingredient. In: Darko Matovic. (Org.). **Biomass detection, production and usage**. InTech, Cap. 23, 2011. p. 461-472.

PONSANO, E. H. G.; PINTO, M. F.; NETO, M. G.; LACAIVA, P. M. Evaluation of *Rhodocyclus gelatinosus* biomass for broiler pigmentation. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 11, n. 1, p. 77-82, 2002.

PONSANO, E. H. G.; LACAVALA, P. M.; PINTO, M. F. Chemical composition of *Rhodocyclus gelatinous* biomass produced in poultry slaughterhouse wastewater. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 2, p. 143-147, 2003.

PONSANO, E. H. G.; PAULINO, C. Z.; PINTO, M. F. Phototrophic growth of *Rubrivivax gelatinous* in poultry slaughterhouse wastewater. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 9, p. 3836-3842, 2008.

ROSA, F. C.; MARIA, B. C.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J.; VIEIRA, J. O.; FARIA, P. B.; SAVIAN, T. V. Efeito de métodos de cocção sobre a composição química e colesterol em peito e coxa de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 707-714, 2006.

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

SAS Institute Inc. **The SAS System**, release 9.2. SAS Institute Inc., Cary: NC, 2008.

SHIN, D.; CHOI, S. H.; GO, G.; PARK, J. G.; NARCISO-GAYATÁN, C.; MORGAN, C. A.; SMITH, S. B.; SÁNCHEZ-PLATA, M. X.; RUIZ-FERIA, C. A. Effects of dietary combination of n-3 and n-6 fatty acids on the deposition of linoleic and arachidonic acid in broiler chicken meats. **Poultry Science**, v. 91, n. 4, p. 1009-1017, 2012.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of ratio omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 56. n. 8, p. 365-79, 2002.

SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. **Colesterol da mesa ao corpo**. 1. ed. São Paulo: Varela, 2006. p. 41-71.

SOUZA-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Ed. da Universidade UFPEL, 2005. p. 67-76.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. Revista Ampliada Campinas: NEPA UNICAMP, 2011. 161p.

TONETTI, C. R., NICOLETI, J. F., STRÖHER, G. L. **Determinação físico-química da carne de frango**. XVII Seminário de iniciação científica e tecnológica da UTFPR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Apucarana, PR. 2012. Disponível em: <<http://conferencias.utfpr.edu.br/ocs/index.php/sicite/2012/paper/viewFile/354/47>>. Acesso em: 12 Ago. 2012.

TORRES, E. A. F. S.; CAMPOS, N. C.; DUARTE, M.; GARBELOTTI, M. L.; PHILIPPI, S. T.; RODRIGUES, R. S. M. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 145-150, 2000.

UBABEF. **União Brasileira de Avicultura. Relatório Anual de 2013**. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/732e67e684103de4a2117dda9ddd280a.pdf>>. Acesso em: 7 Jun. 2014.

UBABEF. **União Brasileira de Avicultura. Relatório Anual de 2014**. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>>. Acesso em: 6 Set. 2014.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos- USP**. Versão 5.0. São Paulo. 2008. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tabela>>. Acesso em: 1 Ago. 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Nutrient database for standard reference**: release 14. U.S.A: Department of Agriculture: Agricultural Research Service, 2001.

VALSTA, L. M.; TAPANAINEN, H.; MANNISTO, S. Meat fat in nutrition. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 525-530, 2005.

WEBER, L. W., BOLL, M.; STAMPFL, A. Maintaining cholesterol homeostasis: sterol regulatory element-binding proteins. **World Journal of Gastroenterology**, v. 10, n. 21, p. 30-81. 2004.