

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 16/07/2023

At the author's request, the full text of this thesis / dissertation will not be available online until July 16, 2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA CAMPUS DE
BOTUCATU
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

EFEITOS DO ÓLEO DA SEMENTE DE MARACUJÁ NOS SISTEMAS
IMUNE E ANTIOXIDANTE DE FRANGOS DE CORTE

FERNANDA KAISER DE LIMA-KRECHINSKI

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU – SP

Junho de 2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA CAMPUS DE
BOTUCATU

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

EFEITOS DO ÓLEO DA SEMENTE DE MARACUJÁ NOS SISTEMAS
IMUNE E ANTIOXIDANTE DE FRANGOS DE CORTE

FERNANDA KAISER DE LIMA-KRENCHINSKI

Médica Veterinária

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Sartori

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU – SP

Junho de 2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÊC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Lima-Krenchinski, Fernanda Kaiser de.

Efeitos do óleo da semente de maracujá nos sistemas imune e antioxidante de frangos de corte / Fernanda Kaiser de Lima-Krenchinski. - Botucatu, 2021

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: José Roberto Sartori

Capes: 50403001

1. Frango de corte - Nutrição. 2. Carne - Qualidade. 3. Sementes oleaginosas. 4. Maracujá. 5. Resposta ao choque térmico. 6. Sistema imune.

Palavras-chave: Avicultura; Estresse térmico; Nutrição de frangos de corte; Permeabilidade intestinal; Qualidade de carne.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FERNANDA KAISER DE LIMA-KRECHINSKI – Nasceu no dia 24 de outubro de 1995, em Assis Chateaubriand/PR. Em 2014 ingressou no curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Paraná – Setor de Palotina, completando em dezembro de 2018. Sob orientação da prof. Dr^a Jovanir Inês Müller Fernandes foi bolsista de iniciação científica, presidente do grupo de estudos PENA, monitora da disciplina de Nutrição de Não Ruminantes e Avicultura. Em 2019, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Nutrição Animal) na Unesp – Botucatu, onde foi bolsista CNPq e FAPESP.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus pela vida e, por ter me iluminado durante essa caminhada, sempre me apresentando pessoas incríveis por onde passei.

A meus pais Flávio e Denilce, que sempre foram os pilares para minha formação pessoal e profissional, obrigada por tanto! Aos meus irmãos Gustavo e Antonio por fazerem parte dessa família que tive o privilégio de nascer. E a toda minha família por sempre se fazerem presentes em minha vida, vocês são muito especiais!

A meu esposo Fábio pelo companheirismo, amizade, paciência, ajuda em todas as fases desse processo e, por sempre se fazer presente. Obrigada por ser meu parceiro de vida!

A meus amigos que apesar da distância sempre se fazem presente! E também aos amigos que formei em Botucatu Tatiane, Priscila, Jéssica, Cássio, Bruna, Leone, Bismarck, Andrey, Renata, José, Igor, Will, Matheus, Evelyn, Iasmin, Lucas, Janaína e Tássio. Obrigada por tornarem essa fase mais leve e divertida.

A meu orientador prof. José Roberto Sartori, pela oportunidade, ensinamentos compartilhados e, a confiança depositada em meu trabalho, que ajudaram a me tornar a profissional que sou.

A meu coorientador prof. Pedro Magalhães Padilha e, ao pós-doutorando José Cavalcante Souza Vieira pelos conhecimentos e aprendizagem em uma área tão diferente e complexa que é a proteômica.

Aos grupos de estudos LabAves, Laboratório de Bioanálítica e Metaloproteômica (LBM), Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes (AquaNutri) e, ao Laboratório de Qualidade de Carne do Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia FCA, o meu muito obrigada! Pelos carregamentos, batidas de rações, coletas, abates, processamento de amostras, análises e afins, que na companhia de vocês se tornaram momentos divertidos, sem a ajuda de todos não seria possível a realização desse trabalho. Sou eternamente grata a todos que de alguma forma ajudaram!

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo - FAPESP (FAPESP – processo nº 2019/12179-1) e a CNPq, pela concessão das bolsas de estudo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Aos profissionais da Unesp – Botucatu, tanto os professores, técnicos, secretárias, e demais funcionários, muito obrigada pelo apoio.

O meu muito obrigada a todos que de alguma forma participaram deste trabalho,
sem sua contribuição não seria possível a realização do mesmo.

Sumário

Resumo Geral	10
Abstract.....	12
CAPÍTULO I	14
Considerações Iniciais	15
1.1 Estresse por calor na avicultura e suas consequências fisiológicas.....	16
1.3 Sistema antioxidante.....	19
1.4 Ácidos graxos e o Sistema imunológico.....	20
1.2 <i>Passiflora</i> (maracujá)	22
2. Referências	26
CAPÍTULO II.....	32
Fernanda Kaiser de Lima-Krenchinski, Tatiane Souza dos Santos, Priscila Michelin Groff-Urayama, Jéssica Moraes Cruvinel, Cássio Yutto Oura, Julianna Santos Batistioli, José Roberto Sartori	2
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu, São Paulo, Brasil. Autor correspondente: ferkaiserlima@gmail.com	2
Fernanda Kaiser de Lima-Krenchinski, Tatiane Souza dos Santos, Priscila Michelin Groff-Urayama, Jéssica Moraes Cruvinel, Cássio Yutto Oura, Julianna Santos Batistioli, José Roberto Sartori	3
Resumo	4
1. Introdução.....	8
1. Material e Métodos	11
2.1 Avaliação do rendimento de carcaça e de cortes comerciais.....	13
2.2 Avaliação da qualidade da carne	14
2.3 Titulação das imunoglobulinas após vacinação	15
2.4 Avaliação hematológica	15
2.5 Ensaio de funcionalidade intestinal.....	16

2.6 Análise proteômica do plasma de frangos.....	20
2. Resultados	24
3. Discussão	33
4. Conclusão.....	43
5. Referências bibliográficas	44
CAPÍTULO III.....	51
Óleo da semente de maracujá aumenta a resposta antioxidante de frangos de corte	52
Fernanda Kaiser de Lima-Krenchinski, Tatiane Souza dos Santos, Priscila Michelin Groff-Urayama, Jéssica Moraes Cruvinel, Cássio Yutto Oura, Julianna Santos Batistioli, José Roberto Sartori	52
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu, São Paulo, Brasil. Autor correspondente: ferkaiserlima@gmail.com	52
Óleo da semente de maracujá aumenta a resposta antioxidante de frangos de corte	53
Fernanda Kaiser de Lima-Krenchinski, Tatiane Souza dos Santos, Priscila Michelin Groff-Urayama, Jéssica Moraes Cruvinel, Cássio Yutto Oura, Julianna Santos Batistioli, José Roberto Sartori	53
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu, São Paulo, Brasil.....	53
Resumo	54
Abstract	56
1. Introdução	58
2. Material e métodos	60
2.2 Capacidade antioxidante e peroxidação lipídica	65
2.3 Análise proteômica do plasma de frangos.....	66
3. Resultados	70
4. Discussão	76

5. Conclusão.....	81
6. Referências.....	83
APÊNDICE.....	87
CAPÍTULO IV	102
IMPLICAÇÕES	103

Lista de tabelas

Tabela 1 – Temperaturas utilizadas nas câmaras termoneutra e estresse térmico.....	12
Tabela 2- Composição percentual e nutricional calculada das dietas experimentais pré-inicial (1 a 7 dias de idade), inicial (8 a 21 dias de idade), crescimento (22 a 33 dias de idade) e final (34 a 42 dias de idade).....	18
Tabela 3 - Rendimento (%) de carcaça de cortes comerciais e deposição de gordura abdominal em frangos de corte machos abatidos com 42 dias de idade, recebendo diferentes níveis de óleo da semente de maracujá.....	25
Tabela 4 - Peso absoluto (kg) de cortes comerciais e deposição de gordura abdominal de frangos de corte machos abatidos com 42 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de óleo da semente de maracujá.	25
Tabela 5 - Desdobramento da interação entre temperatura e níveis de inclusão do óleo da semente de maracujá do peso absoluto (kg) de pernas de frangos de corte machos aos 42 dias de idade.....	26
Tabela 6 - Parâmetros de qualidade de carne do peito de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis de óleo da semente de maracujá.	27
Tabela 7 - Valores de títulos de anticorpos de frangos de corte vacinados contra o vírus da Doença de Newcastle, recebendo diferentes níveis de óleo da semente de maracujá.....	28
Tabela 8 - Parâmetros hematológicos e índices hematimétricos de frangos de corte, aos 30 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de óleo da semente de maracujá e desafiados com estresse térmico.....	31
Tabela 9 - Contagem diferencial de leucócitos (%) e relação heterófilo:linfócito (H:L) de frangos de corte aos 30 dias de idade recebendo diferentes níveis de óleo da semente de maracujá e desafiado com estresse térmico.....	31
Tabela 10 - Níveis de FITC-d no plasma sanguíneo de frangos de corte submetidos ao ensaio de permeabilidade intestinal com 21 dias de idade.....	32
Tabela 11 – Temperaturas utilizadas nas câmaras termoneutra e estresse térmico.....	61
Tabela 12- Composição percentual e nutricional calculada das dietas experimentais pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias) e crescimento (22 a 33 dias).....	63
Tabela 13- Porcentagem de sequestro de DPPH (%) e, TBARS plasmático (μmol de MDA/L) em amostras de soro e, plasma sanguíneo de frangos de corte, com 21 dias de idade, recebendo diferentes níveis de óleo de semente de maracujá.....	71
Tabela 14 - Atividade de enzimas do sistema antioxidante de frangos de corte, com 35 dias de idade, recebendo diferentes níveis de óleo de semente de maracujá.....	73
Tabela 15 - Percentual de correlação (PercentMatches) entre as repetições de cada tratamento e qualidade de spot (Match Count) em cada repetição de cada tratamento.	75

Tabela 16- Proteínas identificadas por espectrometria de massa, no plasma sanguíneo de frangos de corte.....	87
--	----

Lista de Figuras

Figura 1 - Cartograma de produção de maracujá (toneladas) por Unidade de Federação no ano de 2018.....	23
---	----

ÓLEO DE SEMENTE DE MARACUJÁ NA SAÚDE DE FRANGOS DE CORTE

Resumo Geral

O estresse térmico proporciona muitos prejuízos na avicultura industrial e com o objetivo de minimizá-los, estratégias nutricionais vêm sendo adotadas, com ênfase, principalmente aos alimentos naturais. O objetivo desse trabalho foi estudar o efeito da suplementação de óleo da semente de maracujá (OSM) na imunidade e respostas imunes, qualidade de carne e sistema antioxidante de frangos de corte. Para isso foram utilizados 450 pintainhos de 1 dia de idade, machos, da linhagem Cobb® 500, alojados em gaiolas de arame galvanizado, em duas câmaras com 45 gaiolas cada. O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas temperaturas (termoneutra e estresse cíclico pelo calor) e cinco tratamentos (controle sem inclusão de OSM + quatro níveis de inclusão de OSM (0,30; 0,50; 0,70; 0,90%) com nove repetições de cinco aves cada. A ração foi desprovida de antibióticos como melhorador de desempenho, porém acrescida de anticoccidiano em todos os tratamentos. Os dados foram analisados utilizando-se análise de variância com auxílio do SAS 9.3 (SAS Institute, 2008) e, sendo significativas a ($P < 0,05$) no teste de média pelo teste de Tukey. Houve efeito significativo para o peso vivo ao abate e peso de cortes comerciais, para frangos criados em ambiente termoneutro, que apresentaram maiores valores em relação ao estresse por calor, e a gordura abdominal apresentou menor valor para aves desafiadas por calor. O OSM influenciou no maior peso (em gramas) das pernas. Frangos de corte criados em estresse por calor apresentaram menores valores de a^* na musculatura do peito do que os frangos criados em ambiente termoneutro. Em relação a análise proteômica eletroforese bidimensional em gel de poliacrilamida (2D-PAGE) do plasma sanguíneo para resultados voltados a qualidade de carne, a proteína *Actin alpha skeletal muscle*, apresentou diferença significativa nos tratamentos com inclusão de 0,9% de OSM em ambas as temperaturas (estresse por calor e termoneutra) e, *Neuropilin-1*, no tratamento termoneutro com 0% de inclusão de OSM. Com 21 dias de idade foi observado uma interação significativa para titulação de anticorpos, sendo que frangos criados em ambiente de estresse que receberam o nível de 0,90% de OSM, apresentaram maior valor de titulação vacinal. Aos 28 dias de idade, novamente os animais que receberam 0,90% de inclusão de OSM e, independente do ambiente de criação, apresentaram maiores valores de títulos de anticorpos. Na análise proteômica do plasma sanguíneo (2D-PAGE) foram encontradas diversas proteínas que

estão relacionadas com o sistema imunológico dos frangos de corte: *Complement factor B-like protease (Fragment)*; *Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase*; *Mannose-binding protein*; *Zinc finger protein ubi-d4*; *Ig lambda chain C region*; *Ig lambda chain V-1 region*; *Apolipoprotein A-I*. A análise proteômica também apresentou resultados referentes a manutenção do epitélio gastrointestinal, com a expressão diferencial de *Retinol-binding protein 4* e, *Homeodomain-only protein*. Houve maior % de redução de DPPH com a maior inclusão do OSM, assim como maior expressão de *Alcohol dehydrogenase 1*, nos tratamentos com maior inclusão de OSM. Também houve diferença significativa para o efeito temperatura sobre a atividade da enzima catalase que se apresentou maior em ambiente termoneutro. Assim como, *Nuclear receptor coactivator 7* que foi diferencialmente expresso no tratamento 0% de frangos de corte criados em ambiente termoneutro. *Hemoglobin subunit epsilon* teve sua expressão diferenciada no tratamento 0,9% de frangos de corte criados em ambiente de estresse. Além disso, vários *spots* proteicos relacionados as chaperonas moleculares foram diferencialmente expressas nos tratamentos 0,5% e 0,9% de inclusão de OSM em ambas as temperaturas de criação. *Membrane-associated progesterone receptor component 1* foi diferencialmente expresso nos tratamentos de 0,9% de inclusão de OSM em ambos os ambientes de criação.

Palavras-chave: Avicultura, estresse térmico, nutrição de frangos de corte, permeabilidade intestinal, qualidade de carne.

PASSION FRUIT SEED OIL IN THE HEALTH OF BEARING CHICKENS

Abstract

Heat stress causes many damages in industrial poultry farming and in order to minimize them, nutritional strategies have been adopted, with emphasis, mainly on natural foods. The objective of this work was to study the effect of passion fruit seed oil (OSM) supplementation on immunity and immune responses, meat quality and antioxidant system of broiler chickens. For this, 450 1-day-old male chicks of the Cobb® 500 strain were used, housed in galvanized wire cages, in two chambers with 45 cages each. The design was completely randomized, in a 2 x 5 factorial scheme, with two temperatures (thermoneutral and cyclic heat stress) and five treatments (control without inclusion of OSM + four levels of inclusion of OSM (0.30; 0.50; 0.70; 0.90%) with nine replicates of five birds each. The ration was devoid of antibiotics as a performance enhancer, but added anticoccidial in all treatments. Data were analyzed using analysis of variance with the aid of SAS 9.3 (SAS Institute, 2008) and, being significant ($P < 0.05$) in the mean test by the Tukey test, which had higher values in relation to heat stress, and abdominal fat had lower value for heat challenged birds. OSM influenced the higher weight (in grams) of the legs. Broilers reared under heat stress had lower value a^* in the breast musculature than broilers raised in a thermoneutral environment. Regarding proteomic two-dimensional electrophoresis analysis in polyacrylamide gel (2D-PAGE) of blood plasma for meat quality results, the protein Actin alpha skeletal muscle showed a significant difference in treatments with inclusion of 0.9% OSM in both temperatures (heat stress and thermoneutral) and, Neuropilin-1, in thermoneutral treatment with 0% inclusion of OSM. At 21 days of age, a significant interaction for antibody titration was observed, and broilers reared in a stress environment that received the level of 0.90% of OSM had a higher value of vaccine titration. At 28 days of age, again the animals that received 0.90% inclusion of OSM and, regardless of the rearing environment, had higher antibody titers. In the proteomic analysis of blood plasma (2D-PAGE) several proteins that are related to the immune system of broiler chickens were found: Complement factor B-like protease (Fragment); Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase; Mannose-binding protein; Zinc finger protein ubi-d4; Ig lambda chain C region; Ig lambda chain V-1 region; Apolipoprotein A-I. Proteomic analysis also showed results regarding the maintenance of the gastrointestinal epithelium, with the differential expression of Retinol-binding protein 4 and Homeodomain-only protein. There was a greater % reduction of DPPH with the

greater inclusion of OSM, as well as greater expression of Alcohol dehydrogenase 1, in treatments with greater inclusion of OSM. There was also a significant difference for the temperature effect on the catalase enzyme activity, which was higher in a thermoneutral environment. As well as, Nuclear receptor coactivator 7 which was differentially expressed in the 0% treatment of broilers reared in thermoneutral environment. Hemoglobin subunit epsilon had its expression differentiated in the treatment of 0.9% of broilers reared in stress environment. Furthermore, several protein spots related to molecular chaperones were differentially expressed in the 0.5% and 0.9% OSM inclusion treatments at both rearing temperatures. Membrane-associated progesterone receptor component 1 was differentially expressed in treatments of 0.9% inclusion of OSM in both rearing environments.

Keywords: Poultry, heat stress, broiler nutrition, intestinal permeability, meat quality.

CAPÍTULO I

Considerações Iniciais

A pandemia causada pela COVID-19 trouxe inúmeros desafios para todos. De acordo com o último Relatório Global sobre Crises Alimentares (GRFC, 2020), em 2019 quase 135 milhões de pessoas em 55 países passaram fome aguda. Desde o início da pandemia por COVID-19, esses números têm aumentado. As cadeias de abastecimento foram desaceleradas e interrompidas por atrasos no transporte, mercados fechados e restrições à exportação (ABPA, 2021).

Apesar do cenário desfavorável para maioria dos setores, a produção de carne de frangos aumentou, saltando de 13,245 em 2019 para 13,845 milhões de toneladas em 2020. O Brasil é o maior exportador mundial de carne de frangos, exportando 31% da sua produção e, terceiro maior produtor mundial (ABPA, 2021). Destaca-se também no cenário de produção de grãos, sendo o maior produtor de soja do mundo, produzindo 135,4 milhões de toneladas (CONAB, 2021). O aumento da produção de aves na Ásia e na América Latina, em particular, deve representar 60% do aumento global da carne de aves. Este crescimento será estimulado por baixos custos de produção, um curto ciclo, altas taxas de conversão de alimentos (OECD FAO, 2020).

As projeções para os próximos anos demonstram que, com o aumento da conscientização do consumidor sobre questões de dieta e saúde, deve-se aumentar o consumo de aves e peixes e reduzir o consumo de carne vermelha e açúcar. Essas mudanças serão particularmente pronunciadas em países de alta renda (OECD FAO, 2020). O consumidor também tem buscado por alimentos funcionais, enriquecidos com nutrientes essenciais, que podem melhorar a saúde e o bem-estar e reduzir o risco de doenças (GRASHORN, 2011).

Essa demanda por carne de aves apresenta perspectiva de aumento pois, além de ter seu consumo maior em países com alta renda por seus atributos de saúde superiores, também atende as necessidades de países de baixa renda, onde o consumo será impulsionado por sua ampla aceitação cultural aliado aos preços mais baixos, tornando as aves a carne de preferência dos consumidores nos países em desenvolvimento (OECD FAO, 2020).

O consumo de carne de aves está projetado para aumentar globalmente, sendo responsáveis por 50% da carne adicional consumida. O aumento das importações na próxima década será composto principalmente de aves, o maior contribuinte e, carne

gerar mais ROS (Hari Kumar e Kuttan, 2006). É evidente que a ativação transcricional das isoformas CYP1A1 e CYP2H1, tem o potencial de aumentar o estresse oxidativo (HUGHES *et al.*, 2007). Esse spot proteico foi diferencialmente expresso no tratamento 0% de inclusão de OSM de animais criados em ambiente termoneutro.

Dessa maneira é evidente que a inclusão de OSM tem efeitos positivos sobre o estresse oxidativo, uma vez que a proteína PGRMC1 foi expresso nos tratamentos com maior inclusão de OSM e, têm a capacidade de controlar a atividade de citocromo P450, que por sua vez foi expresso no tratamento sem a inclusão de OSM e, induz o estresse oxidativo pois gera mais ROS, assim aumentando o estresse oxidativo.

5. Conclusão

Houve maior % de redução de DPPH com a maior inclusão do OSM, assim como a proteína ADH1, foi diferencialmente expresso nos tratamentos com maior inclusão de OSM (0,9%), afirmando a presença de retinol no tratamento 0,9% de inclusão de OSM que, provavelmente foi responsável pela maior % de redução do DPPH. Além disso, a expressão diferenciada da proteína HBE no tratamento 0,9% de frangos de corte criados em ambiente de estresse, explica o resultado encontrado para a atividade da enzima catalase. Pois HBE está relacionada com o processo de catabolismo do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) assim como a enzima catalase, sua expressão diferenciada em ambiente de estresse por calor justifica a menor atividade da enzima catalase nesse ambiente. Além disso, vários *spots* proteicos relacionados as chaperonas moleculares foram diferencialmente expressas nos tratamentos 0,5% e 0,9% de inclusão de OSM em ambas as temperaturas de criação, sua expressão diferenciada nos

1723 tratamentos com inclusão de OSM é de grande importância, uma vez que, as
1724 chaperonas moleculares são consideradas proteínas relacionadas a tolerância
1725 ao estresse. Ainda, a proteína PGRMC1 foi diferencialmente expresso nos
1726 tratamentos de 0,9% de inclusão de OSM em ambos os ambientes de criação,
1727 essa proteína modula a atividade das enzimas P450 que induz estresse oxidativo
1728 crônico ao gerar mais ROS. O OSM se apresentou como grande aliado ao
1729 combate do estresse, seja incluindo retinol no organismo, catabolizando H₂O₂,
1730 participando do enovelamento, oligomerização, transporte para um
1731 compartimento subcelular e regulação da conformação em estados ativos e
1732 inativos das proteínas, assim como modulando a atividade do citocromo P450.
1733

6. Referências

- ALDEA M, GARÍ E, COLOMINA N. Control of cell cycle and cell growth by molecular chaperones. *Cell Cycle* 2007; 6 (21): 2599-603.
- BALCHIN D, HAYER-HARTL M, HARTL FU. In vivo aspects of protein folding and quality control. *Science* 2016; 353 (6294): 4354.
- BEAUCHAUMP C, FRIDOVICH I. Superoxide dismutase: improved assay and applicable to acrylamide gels. *Analytical Biochemistry* 1971; 44: 276-287.
- BRAGA CP, BITTARELLO AC, PADILHA CCF, LEITE AL, MORAES PM, BUZALAF MAR, ZARA LF, PADILHA PM. Mercury fractionation in dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) of the Madeira River in Brazil using metalloproteomic strategies. *Talanta* 2015; 132: 239– 244.
- BUEGE JA, AUST SD. Microsomal lipid peroxidation, *Methods. Methods in*, 1984.
- BUKAU B, HORWICH AL. The Hsp70 and Hsp60 chaperone machines. *Cell* 1998; 92: 351-366.
- CANDIANOG, BRUSCHIM, MUSANTE L, SANTUCCIL, GHIGGERI GM, CARNEMOLLA B, RIGHETTI PG. Blue silver: A very sensitive colloidal Coomassie G-250 staining for proteome analysis. *Electrophoresis* 2004; 25 (9): 1327–1333.
- CASTRO SV, LOBO CH, FIGUEIREDO JR. Proteínas de choque térmico Hsp70: estrutura e atuação em resposta ao estresse celular. *Acta Veterinária Brasileira* 2013; 7: 261-271.
- CHELIKANIP, FITA I, LOEWEN PC. Diversity of structures and properties among catalases. *Cellular and Molecular Life Sciences* 2004; 61: 192-208.
- CHRCZANOWICZ J, GAWRON A, ZWOLINSKA A, DE GRAFT-JOHNSON J, KRAJEWSKI W, KROL M, MARKOWSKI J, KOSTKA T, NOWAK D. Simple method for determining human serum 2, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) radical scavenging activity–possible application in clinical studies on dietary antioxidants. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* 2008; 46 (3): 342-349.
- DA SILVA AC, JORGE N. Bioactive compounds of oils extracted from fruits seeds obtained from agroindustrial waste. *European Journal of Lipid Science and Technology* 2017; 119 (4): 1600024.
- DAI C, WHITESELL L, ROGERS AB. Lindquist S. Heat shock factor 1 is a powerful multifaceted modifier of carcinogenesis. *Cell* 2007; 130: 1005-1018.
- DE SANTANA FC, SHINAGAWA FB, ARAUJO EDS, COSTA AM, MANCINI-FILHO J. Chemical composition and antioxidant capacity of Brazilian Passiflora seed oils. *Journal of food science* 2015; 80 (12): C2647-C2654.
- DEVI GS, PRASAD MH, SARASWATHI I, RAGHU D, RAO DN, REDDY PP. Free radicals antioxidant enzymes and lipid peroxidation in different types of leukemias. *Clinical Chimica Acta* 2000; 293 (1-2): 53-62.
- DOUMAS BT, BAYSE DD, BORNER K, CARTER RJ, ELEVITCH F, GARBER CC, WESTGARD JO. A candidate reference method for determination of total protein in serum. II. Test for transferability. *Clinical Chemistry* 1981; 27 (10): 1651–1654.
- DURAND M, KOLPAK A, FARRELL T, ELLIOTT NA, SHAO W, BROWN M, VOLKERT MR. The OXR domain defines a conserved family of eukaryotic oxidation resistance proteins. *BMC cell biology* 2007; 8 (1): 1-10.
- FIALHO E, MORENO F, ONG T. Nutrição no pós-genoma: fundamentos e aplicações de ferramentas omicas. *Revista de Nutrição* 2008; 21: 757-766.

FINKEL T, HOLBROOK NJ. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature* 2000; 408 (6809): 239-247.

FLOHÉ L, GÜNZLER WA. Assays of glutathione peroxidase. *Methods Enzymology* 1984; 105: 114.

FORTI N, DIAMENT J. Lipoproteínas de alta densidade: aspectos metabólicos, clínicos, epidemiológicos e de intervenção terapêutica. *Atualização para os clínicos. Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2006; 87 (5): 671-679.

GUILLEMIN N, BONNET M, JURIE C, PICARD B. Variations in the abundance of 24 protein biomarkers of beef tenderness according to muscle and animal type. *Animal* 2011; 5: 885-894.

HAGEMAN J, RUJANO MA, VAN WAARDE MAWH, KAKKAR V, DIRKS RP, GOVORUKHINA N, OOSTERVELD-HUT HMJ, LUBSEN NH, KAMPINGA HH. A DNAJB chaperone subfamily with HDAC-dependent activities suppresses toxic protein aggregation. *Molecular cell* 2010; 37 (3): 355-369.

HALLIWELL B, GUTTERIDGE JM. Free radicals in biology and medicine. Oxford University Press, USA, 2015.

HAMILTON JW, LOUIS CA, DOHERTY KA, HUNT SR, REED MJ, TREADWELL MD. Preferential alteration of inducible gene expression in vivo by carcinogens that induce bulky DNA lesions. *Molecular carcinogenesis*, 8(1), 34-43. Preferential alteration of inducible gene expression in vivo by carcinogens that induce bulky DNA lesions *Molecular Carcinogenic* 1993; 8 (1): 34-43.

HARI KUMAR KB, KUTTAN R. Inhibition of drug metabolizing enzymes (cytochrome P450) in vitro as well as in vivo by *Phyllanthus amarus* Schum & Thonn *Biol. Pharm. Bull.* 2006; 29: 1310-1313.

HARTL FU, HAYER-HARTL M. Molecular chaperones in the cytosol: from nascent chain to folded protein. *Science* 2002; 295:1852–1858.

HARTL FU, MARTIN J, NEUPERTW. Protein folding in the cell: the role of molecular chaperones Hsp70 and Hsp60. *Annu Rev Biophys Biomol Struct* 1992; 21: 293–322.

HENDRICK JP, HARTL FU. Molecular chaperone functions of heat-shock proteins. *Annu Rev Biochem* 1993; 62: 49–384.

HUGHES AL, POWELL DW, BARD M, ECKSTEIN J, BARBUCH R, LINK AJ, ESPENSHADE PJ. Dap1/PGRMC1 binds and regulates cytochrome P450 enzymes. *Cell metabolism* 2007; 5 (2): 143-149.

KAMPINGA HH, CRAIG E A. The HSP70 chaperone machinery: J proteins as drivers of functional specificity. *Nature reviews. Molecular cell biology* 2010; 11 (8): 579–92.

KLEIN PJ, VAN VLEET TR, HALL JO, COULOMBE JR RA. Effects of dietary butylated hydroxytoluene on aflatoxin B1-relevant metabolic enzymes in turkeys. *Food and chemical toxicology* 2003; 41 (5): 671-678.

LARKINS NT, MURPHY RM, LAMB GD. Influences of temperature, oxidative stress, and phosphorylation on binding of heat shock proteins in skeletal muscle fibers. *American Journal of Physiology – Cell Physiology* 2012; 303: 654–665.

LIMA PM, NEVES RDCF, DOS SANTOS FA, PÉREZ CA, Silva MOA, ARRUDA MAZ, CASTROE GR, PADILHA PM. Analytical approach to the metallomic of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) liver tissue by SRXRF and FAAS after 2D-PAGE separation: preliminary results. *Talanta* 2010; 82: 1052–1056.

LIN H, DECUYPERE E, BUYSE J. Effect of thyroid hormones on the redox balance of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2008; 21 (6): 794-800.

LINDQUIST S, CRAIG EA. The heat-shock proteins. *Annu Rev Genet* 1988; 22: 631-677.

MALACRIDA CR, JORGE N. Yellow passion fruit seed oil (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*): physical and chemical characteristics. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 2012; 55:127-134.

MALLORY JC, CRUDDEN G, JOHNSON BL, MO C, PIERSON CA, BARD M, CRAVEN RJ. Dap1p, a heme-binding protein that regulates the cytochrome P450 protein Erg11p/Cyp51p in *Saccharomyces cerevisiae*. *Molecular and cellular biology* 2005; 25 (5): 1669-1679.

MATÉS JM, PÉREZ-GÓMEZ C, DE CASTRO I. N. Antioxidant enzymes and human diseases. *Clinical biochemistry* 1999; 32 (8): 595-603.

MAYER M, BUKAU B. Hsp70 chaperones: cellular functions and molecular mechanism. *Cellular and Molecular Life Sciences* 2005; 62: 670–684.

MOLOTKOV A, DUESTER G. Genetic evidence that retinaldehyde dehydrogenase Raldh1 (Aldh1a1) functions downstream of alcohol dehydrogenase Adh1 in metabolism of retinol to retinoic acid. *Journal of Biological Chemistry* 2003; 278 (38): 36085-36090.

MUJAHID A, PUMFORD NR, BOTTJE W, NAKAGAWA K, MIYAZAWA T, AKIBA Y, TOYOMIZU M. Mitochondrial oxidative damage in chicken skeletal muscle induced by acute heat stress. *The Journal of Poultry Science* 2007; 44 (4): 439-445.

MUSSKOPF MK, MATTOS EPD, BERGINK S. HSP40 / DNAJ Chaperones. eLS c, John Wiley & Sons 2018, Ltd., p. 1–11.

NASSER ALM, DOURADO GK, MANJATE DA, CARLOS IZ, CÉSAR TB. Avaliação do estresse oxidativo no sangue de consumidores habituais de suco de laranja. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada* 2011; 275-279.

NYANZI SA, CARSTENSEN B, SCHWACK WA comparative study of fatty acid profiles of *Passiflora* seed oils from Uganda. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 2005; 82: 41-44.

PAPPAS AC, ZOIDIS E, SURAI PF, ZERVAS G. Selenoproteins and maternal nutrition. *Comparative Biochemistry and Physiology* 2008; 151: 361-372.

PICARD B, GAGAOUA M. "Proteomic Investigations of Beef Tenderness." *Proteomics in food science: From farm 555 to fork*. Academic Publisher 2017; 177- 197.

PIOMBO G, BAROUH N, BAREA B, BOULANGER R, BRAT P, PINA M, VILLENEUVE P. Characterization of the seed oils from kiwi (*Actinidia chinensis*), passion fruit (*Passiflora eulis*) and guava (*Psidium guajava*). *Oléagineux, Corps Gras, Lipides* 2006; 13:195-199.

ROSTAGNO HS. et al. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4ª edição. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa 2017; 488.

SHEVCHENKO A, TOMAS H, HAVLI J, OLSEN JV, MANN M. In-gel digestion for mass spectrometric characterization of proteins and proteomes. *Nature protocols* 2006; 1 (6): 2856.

SINHA AK. Colorimetric assay of catalase. *Analytical Biochemistry* 1972; 47: 389-394.

TAIPALE M, TUCKER G, PENG J, KRYKBAEVA I, LIN ZY, LARSEN B, CHOI H, BERGER B, GINGRAS AC, LINDQUIST S. A quantitative chaperone interaction network reveals the architecture of cellular protein homeostasis pathways. *Cell* 2014; 158 (2): 434-448.

THOMAS MJ. The role of free radicals and antioxidants. *Nutrition* (Burbank, Los Angeles County, Calif.) 2000; 16 (7-8): 716-718.

TIROLI-CEPEDA AO E RAMOS CHI. An overview of the role of molecular chaperones in protein homeostasis. *Protein Pept Lett* 2011; 18: 101–109.

UniProt- Base de conhecimento de proteínas: www.uniprot.org. Acesso em: 12 de janeiro de 2020.

VALKO M, LEIBFRITZ D, MONCOL J, CRONIN MT, MAZUR M, TELSER J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology* 2007; 39 (1): 44-84.

VALROS A, MUNSTERHJELM C, PUOLANNE E, RUUSUNEN M, HEINONEN M, PELTONIEMI OA, PÖSÖ AR. Physiological indicators of stress and meat and carcass characteristics in tail bitten slaughter pigs. *Acta Veterinaria Scandnava* 2013; 30: 55-75.

VIEIRA JCS, BRAGA CP, DE OLIVEIRA G, DO CARMO FEDERICI PADILHA C, DE MORAES PM, ZARA LF, DE LIMA LEITE A, BUZALAF MAR, DE MAGALHÃES PADILHA P. Correction to: mercury exposure: protein biomarkers of mercury exposure in Jaraqui fish from the Amazon region. *Biol Trace Elem Res* 2017; 183: 164-171.

VIEIRA JCS, CAVECCI B, QUEIROZ JV, BRAGA CP, PADILHA CCF, LEITE AL, FIGUEIREDO WS, BUZALAF MAR, ZARA LF, PADILHA PM. Determination of the mercury fraction linked to protein of muscle and liver tissue of Tucunaré (*Cichla spp.*) from the Amazon region of Brazil. *Arch Environ Contam Toxicol* 2015; 69: 422–430.

WALLDIUS G, JUNGNER I. Apolipoprotein B and apolipoprotein A-I: risk indicators of coronary heart disease and targets for lipid-modifying therapy. *Journal of Internal Medicine* 2004; 255 (2): 188-205.

YU L, CROZE E, YAMAGUCHI KD, TRAN T, REDER AT, LITVAK V, VOLKERT MR. Induction of a unique isoform of the NCOA7 oxidation resistance gene by interferon β -1b. *Journal of interferon & cytokine research* 2015; 35 (3): 186-199.

ZANETTI LH. Óleo de semente de maracujá (*Passiflora edulis*) na alimentação de frangos de corte. [Tese]. Botucatu (SP): Universidade Estadual Paulista; dois mil e dezoito.

IMPLICAÇÕES

Apesar da crise financeira causada pelo Covid-19 durante o ano de 2020, o consumo de carne de frangos deve aumentar tanto por conta de suas características de carne magra/saudável, quanto pelo seu preço acessível.

O Brasil se beneficiará desse aumento no consumo de carne de frangos, pois o país já tem produção consolidada e, se beneficia com destaque também na produção de grãos, usados na alimentação animal. Apesar disso, o Brasil enfrenta problemas com o estresse por calor por conta do seu clima. Buscando uma solução, várias pesquisas são feitas utilizando aditivos fitogênicos para tentar controlar os efeitos negativos causados pelo estresse.

Em contrapartida, o óleo da semente de maracujá que é um subproduto, apresenta constituintes que podem melhorar a imunidade dos frangos de corte, com a maior produção de anticorpos. Podendo ser aliado a avicultura dependendo do meio de criação desses animais. Além disso, o uso desse subproduto na alimentação animal gera destino ambientalmente correto e agrega valor ao produto até então considerado descarte da indústria.

Apesar dos benefícios alcançados com o uso do óleo de semente de maracujá, tanto no presente estudo, como também em estudos anteriores, que foram importantes para o descobrimento das funções do óleo, cabe agora o interesse por parte das empresas em utilizar as propriedades oferecidas por esse subproduto, para o desenvolvimento de um produto comercial mais puro, destinação e agregação de valor ao óleo de semente de maracujá.