

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor,
o texto completo desta **TESE** será
disponibilizado somente a partir
de 24/08/2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CAMPUS DE ARAÇATUBA

**BIOMASSAS MICROBIANAS NA ALIMENTAÇÃO DE
TILÁPIAS**

Thiago Luís Magnani Grassi

Médico Veterinário

ARAÇATUBA – SP

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CAMPUS DE ARAÇATUBA

**BIOMASSAS MICROBIANAS NA ALIMENTAÇÃO DE
TILÁPIAS**

Thiago Luís Magnani Grassi

Orientadora: Profa. Associada Elisa Helena Giglio Ponsano

Coorientador: Dr. Giovani Sampaio Gonçalves

Coorientador: Dr. Ricardo Borghesi

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

ARAÇATUBA – SP

2018

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

Grassi, / Thiago Luís Magnani

G731b

Biomassas microbianas na alimentação de tilápias / Thiago
Luís Magnani Grassi.

Araçatuba: [s.n], 2018.

100 f. il.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, Faculdade de Medicina Veterinária, 2018

Orientadora: Profa. Associada Elisa Helena Giglio Ponsano

Coorientador: Dr. Giovani Sampaio Gonçalves

Coorientador: Dr. Ricardo Borghesi

1. Oreochromis niloticus. 2. Rubrivivax. 3. Saccharomyces. 4.
Spirulina. I. T.

CDD 338.3713



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Araçatuba

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Biomassas microbianas na alimentação de tilápias

AUTOR: THIAGO LUÍS MAGNANI GRASSI

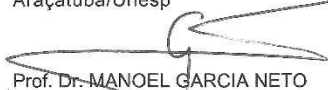
ORIENTADORA: ELISA HELENA GIGLIO PONSANO

COORIENTADOR: GIOVANI SAMPAIO GONÇALVES

COORIENTADOR: RICARDO BORGHESI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em CIÊNCIA ANIMAL, área: Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal pela Comissão Examinadora:


Prof. Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO
Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/Unesp


Prof. Dr. MANOEL GARCIA NETO
Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/Unesp


Pesquisador LEANDRO KANAMARU FRANCO DE LIMA
Centro Nacional de Pesquisa em Pesca, Aquicultura e Sistemas Agrícolas / Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Pesquisador MORRIS RICARDO VILLARROEL ROBINSON
Universidad Politécnica de Madrid

Pós-doutorando RUBÉN BERMEJO POZA
Universidad Politécnica de Madrid

Araçatuba, 24 de agosto de 2018.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Aracatuba

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: *BIOMASSA ANICULADAS NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS*

AUTOR: THIAGO LUIS MAGNANI GRASSI

ORIENTADORA: ELISA HELENA GIGLIO PONSANO

COORIENTADOR: GIOVANI SAMPAIO GONÇALVES

COORIENTADOR: RICARDO BORGHESI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em CIÊNCIA

ANIMAL, área: Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal pela Comissão Examinadora:

Prof. Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO

Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Aracatuba/Unesp

Prof. Dr. MANOEL GARCIA NETO

Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Aracatuba/Unesp

Pesquisador LEANDRO KANAMARU FRANCO DE LIMA

Centro Nacional de Pesquisa em Pesca, Aquicultura e Sistemas Agrícolas / Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Mor. Villar
Pesquisador MORRIS RICARDO VILLARROEL ROBINSON

Universidad Politécnica de Madrid

Rubén
Pós-doutorando RUBÉN BERMEJO POZA

Universidad Politécnica de Madrid

Aracatuba, 24 de agosto de 2018.

Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Aracatuba -
Rua Cívica Pestana, 733 16050-680, Aracatuba - São Paulo
<http://www.fev.unesp.br/fvs/pos-graduacao/pos-grad-doutorado/CNPq-480231/15003905>

DADOS CURRICULARES

THIAGO LUÍS MAGNANI GRASSI – Médico Veterinário e Mestre em Ciência Animal pela Faculdade de Medicina Veterinária (FMVA) - UNESP Araçatuba. Atualmente é doutorando, bolsista Fapesp, vinculado à área de Medicina Preventiva e Produção Animal, com ênfase em Tecnologia de Produtos de Origem Animal e Produção Animal, no programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da FMVA, UNESP, sob orientação da professora Associada Elisa Helena Giglio Ponsano. Realizou doutorado sanduíche com bolsa PDSE da Capes na área de Produção Agrária (Aquicultura) na Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas da Universidad Politécnica de Madrid (UPM) na Espanha, sob orientação do Prof. Dr. Morris Villarroel, durante 6 meses. Durante o período, contribuiu em pesquisas da Facultad de Veterinaria da Universidad Complutense de Madrid, sob coorientação do Prof. Dr. Jesús de la Fuente Vazquez. Realizou estágio na área de nutrigenômica, análise de compostos antioxidantes e aquicultura na Facultad de Ciencias Agronómicas da Universidad de Chile (Santiago / Chile), sob orientação do Prof. Dr. Jurij Wacyk. Realizou estágio no laboratório de aquicultura na Facultad de Agronomía da Universidad de Buenos Aires (Buenos Aires / Argentina), sob orientação do Prof. Dr. Gabriel Alejandro Morales. Realizou pesquisas com animais de produção (tilápias, aves de corte e poedeiras, ovinos), com produtos de origem animal (carne, leite, ovos, mel, peixes e seus derivados) e tem experiência em análises laboratoriais, clínicas e de campo. Participou de diversos eventos nacionais e internacionais com apresentação de trabalhos derivados de suas pesquisas. Ministrou aulas para alunos de graduação em Medicina Veterinária e de pós-graduação em Ciência Animal e colaborou com a formação de residentes em Saúde Pública da FMVA - Unesp.

“Só se pode alcançar um grande êxito quando
nos mantemos fiéis a nós mesmos.”

FRIEDRICH NIETZSCHE

“Veja! Não diga que a canção está perdida
Tenha fé em Deus, tenha fé na vida
Tente outra vez!

Queira! Basta ser sincero e desejar profundo
Você será capaz de sacudir o mundo
Tente outra vez!

Tente! E não diga que a vitória está perdida
Se é de batalhas que se vive a vida
Tente outra vez!”

RAUL SEIXAS

DEDICATÓRIA

“Aos meus avós e maiores mestres, Aparecida Bodo Grassi (*in memorian*) e Durvalino Grassi (*in memorian*), que deixaram valores que sempre estarão vivos em mim.

Aos meus pais, Sérgio Luís Grassi e Silvana Marta Magnani, aos quais devo tudo na vida.

À Nayara, minha noiva, por ser meu amor, meu porto seguro e por compartilhar sua vida e seus sonhos comigo.

A Thaís, Gabriel, Edna, Victor e Pietra pelo apoio e amor incondicional

Amo muito todos vocês!”

AGRADECIMENTOS

Primeiro a Deus, por ter estado todo o tempo comigo nesta caminhada e por ter me dado força, saúde e perseverança para que eu conseguisse chegar aqui. Tudo posso naquele que me fortalece!

À Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Faculdade de Medicina Veterinária, a todos os professores e funcionários que colaboraram para a minha formação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de doutorado (processo FAPESP 2015/21216-7) e pelo financiamento do projeto (2015/25853-1).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de doutorado no país e no exterior (Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior, processo 88881.134883/2016-01).

À Professora Elisa por me apresentar a pesquisa e por ser uma inspiração pessoal e profissional. Obrigado por abrir as portas da pesquisa e da docência para mim e por mudar a minha vida.

Aos amigos que se dedicaram a este projeto, Natália, Dayse, Wellington, Juliana Diniz, Juliana Sedlacek, Fábio, Gisele, Jefferson, Christian, Flávio, Marcelo e Caíque. Nada disso seria possível sem vocês!

Ao professor Paulo Ciarlini e suas orientadas Ane, Ariana, Taiana, Amanda, Rose pela cooperação neste projeto.

Aos meus coorientadores, Dr. Giovani Sampaio Gonçalves e Dr. Ricardo Borghesi.

Ao professor Morris por abrir as portas da Universidad Politécnica de Madrid (Espanha) e por todo aprendizado durante e após o intercâmbio.

Ao professor Jesús por me receber em seu laboratório na Universidad Complutense de Madrid (Espanha).

Aos membros das bancas da qualificação e da defesa de tese, professor Max, professor Cecílio, professor Manoel, professor Morris, Dr. Leandro e Dr. Rubén, pela dedicação e carinho dispensados ao nosso trabalho.

Aos meus sogros, Selma e João, pelo apoio, incentivo e conselhos.

Às famílias Grassi, Magnani, Aguiar e Leite.

Aos amigos/irmãos Geraldo, Priscila, Luiz e Bianca, pela amizade insubstituível.

Aos meus amigos da Turma XIX, André Shirane, Aline, Luiz Fernando, Izabella, Mayara, João Lucas, Iderlipes, Carol, Renata, Cássia, Sérgio, Fernanda e Patrícia, pela parceria que se fortaleceu ainda mais após a graduação.

Aos amigos da pós-graduação, em especial Erivelto, Fernando, Dielson, Flávia e Priscila.

Aos amigos feitos na Espanha, Rubén, Luís Felipe, Silvia, Daniel, Christian, Paola, Andrea, Laura e Jênifer.

Aos funcionários da Unesp, em especial Carlos, Laércio, Tiago, Manoel, Novaes, Marcão, Luiz, Alexandre, Fátima, Isabel, Joelmir, Isabela, Daniela, Cal, Naba, Silvia, Gregória, Adriana, Cida, Nice, Geni e Marina, pela amizade e por toda ajuda no doutorado.

BIOMASSAS MICROBIANAS NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS

RESUMO – Biomassas microbianas produzidas a partir de resíduos e coprodutos industriais podem ser utilizadas como fonte de proteínas e de antioxidantes em dietas de peixes, reduzindo os custos para a indústria com tratamento e descarte e auxiliando na preservação do meio ambiente. O objetivo deste experimento foi avaliar o desempenho produtivo e o *status* oxidativo de tilápias alimentadas com diferentes biomassas microbianas e a qualidade de sua carne. Juvenis de tilápia-do-Nilo ($26,84 \pm 1,03$ g) foram alimentadas com as dietas experimentais durante 76 dias. Os tratamentos incluíram uma dieta controle negativo (sem biomassa microbiana), uma dieta controle com 0,01% de vitamina E (VE) e as demais contendo três tipos de biomassa microbiana em duas concentrações (0,25 e 0,5%): *Rubrivivax gelatinosus* (RG25 e RG50), *Saccharomyces cerevisiae* (SC25 e SC50) e *Spirulina platensis* (SP25 e SP50). Foram avaliados o desempenho e o *status* oxidativo dos peixes e os parâmetros físicos, químicos e bromatológicos da qualidade da carne. A inclusão de biomassa microbiana nas dietas reduziu o *status* oxidante total do plasma, o malonaldeído e a atividade respiratória dos leucócitos, e aumentou o *status* antioxidante total, sem interferir nos parâmetros bioquímicos. Todos os tratamentos apresentaram resultado similar para os parâmetros de desempenho, exceto pela conversão alimentar aparente do RG50 que foi menor que do grupo controle negativo. No filé, o uso de biomassa microbiana diminuiu as substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, incrementou a intensidade de vermelho (exceto por SC) e a deposição de carotenoides (exceto por SC25), aumentou a concentração de proteínas e melhorou a relação n-6/n-3, sem interferir na textura. Os tratamentos RG25, SC25 e SP50 aumentaram a concentração do ácido eicosapentaenoico dos filés e o RG50 apresentou efeito positivo sobre desempenho dos animais. Com isso, pôde-se concluir que o uso de biomassa microbiana provocou um efeito antioxidante no plasma e melhorou a conversão

alimentar dos animais, reduziu a oxidação lipídica e aumentou o teor de proteínas, a intensidade de vermelho e a concentração de carotenoides dos filés, sem influenciar negativamente na saúde dos animais.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*, *Rubrivivax*, *Saccharomyces*, *Spirulina*.

MICROBIAL BIOMASS IN TILAPIA FEED

SUMMARY – Microbial biomass produced with industrial residues can be used as sources of proteins and antioxidants in fish feeds. The practice results in reduced amounts of waste to treat and discard and so brings benefits to the industry and to the environment. The aim of this experiment was to evaluate the growth and the oxidative status of tilapia fed microbial biomass and the quality of its flesh. Nile tilapia (26.84 ± 1.03 g) were fed one of experimental diets for 76 days. Treatments included a negative control diet (without microbial biomass), a control diet supplemented with 0.01% vitamin E (VE), and diets containing three types of microbial biomass in two concentrations (0.25 and 0.5%): *R. gelatinosus* (RG25 and RG50), *S. cerevisiae* (SC25 and SC50), and *S. platensis* (SP25 and SP50). The growth and the oxidative status of the animals and the physical, chemical and bromatological parameters of the flesh quality were evaluated. Adding microbial biomass to diets decreased plasma total oxidant status, malonaldehyde and leukocyte respiratory burst, increased the total antioxidant status and did not affect the blood biochemical parameters. All treatments had similar growth parameters, except feed conversion ratio that was lower for RG50 than for negative control group. In the flesh, the use of the microbial biomass lowered the thiobarbituric acid reactive substances and increased redness (except for *S. cerevisiae*), carotenoid deposition (except SC25) and protein content and improved the n-6/n-3 ratio of the fillets without interfering with the texture. RG25, SC25 and SP50 increased eicosapentaenoic acid on the fillets and RG50 had a positive effect on the animals' growth. So, it was concluded that the use of the microbial biomass provided an antioxidant effect in blood plasma and improved the feed conversion ratio of the animals, decreased the lipid oxidation and increased protein content, pigmentation and carotenoid deposition in the fish flesh, without imparting a negative impact on the animals' health.

Keywords: *Oreochromis niloticus*, *Rubrivivax*, *Saccharomyces*, *Spirulina*.

4 CONCLUSÕES GERAIS

4.1 Em relação aos animais

4.1.1 Desempenho

Os animais alimentados com as rações contendo 0,5% de *Rubrivivax gelatinosus* apresentaram melhor conversão alimentar aparente que o grupo controle negativo.

4.1.2 Parâmetros bioquímicos

Não houve alteração nos parâmetros bioquímicos dos animais alimentados com as rações contendo biomassas microbianas.

4.1.3 NBT

O uso das rações contendo biomassas microbianas provocou um efeito imunomodulatório positivo nos animais, por meio da avaliação da atividade respiratória dos leucócitos.

4.1.4 Status oxidativo e TBARS

O uso das rações contendo biomassas microbianas aumentou o *status* antioxidante total e reduziu o *status* antioxidante e a oxidação lipídica (TBARS) no sangue dos animais.

4.1.5 Índices viscerais

O uso das biomassas microbianas não interferiu nos índices viscerais (hepatossomático, esplenossomático e digestivossomático) dos animais.

4.2 Em relação à carne

4.2.1 Cor instrumental

O uso das biomassas de *Rubrivivax gelatinosus* e de *Spirulina platensis* aumentou a intensidade de vermelho dos filés.

4.2.2 Concentração de carotenoides

O uso das biomassas de *Rubrivivax gelatinosus*, *Spirulina platensis* e *Saccharomyces cerevisiae* (0,5%) aumentou a concentração de carotenoides dos filés.

4.2.3 Textura

O uso das biomassas microbianas não influenciou a textura dos filés.

4.2.4 Composição proximal

O uso das biomassas microbianas nas rações aumentou o teor proteico dos filés.

4.2.5 Perfil de ácidos graxos

As biomassas *Rubrivivax gelatinosus* (0,25%), *Saccharomyces cerevisiae* (0,25%) e *Spirulina platensis* (0,5%) aumentaram a concentração de ácido eicosapentaenoico (EPA) dos filés. A alimentação dos peixes com as biomassas microbianas melhorou a relação de ácidos graxos n-6 / n-3.

4.2.6 Oxidação lipídica

Os filés dos peixes alimentados com as biomassas microbianas sofreram menor oxidação lipídica com até 60 dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ADEGOKE, G. O.; VIJAY KUMAR, M.; GOPALA KRISHNA, A. G.; VARADARAJ, M. C.; SAMBAIAH, K.; LOKESH, B. R. Antioxidants and lipid oxidation in food - a critical appraisal. **Journal of Food Science & Technology**, v. 35, p. 283-298, 1998.
- AKLAKUR, M. Natural antioxidants from sea: a potential industrial perspective in aquafeed formulation. **Reviews in Aquaculture**, v. 10, p. 1-15, 2018.
- ANDRADE, M. R.; COSTA, J. A. V. Cultivo da microalga *Spirulina platensis* em fontes alternativas de nutrientes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 1551-1556, 2008.
- ANESINI, C.; FERRARO, G.; FILIP, R. Peroxidase-like activity of *Ilex paraguariensis*. **Food Chemistry**, v. 97, p. 459-464, 2006.
- AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotechnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Blücher, 2001.
- ARRUDA, R. O. M.; SILVA, R. R.; MORAES, I. O. *Spirulina platensis* para a produção de biomassa e proteína. **Instituto Biológico**, v. 68, p. 780-783, 2006.
- AVANÇO, S. V.; PONSANO, E. H. G.; GARCIA NETO, M.; 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, p. 1831-1838, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA (PEIXE BR). **Anuário Peixe BR da piscicultura 2018**. São Paulo: Peixe BR, 2018. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario2018/>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

BAKER, R.; GÜNTHER, C. The role of carotenoids in consumer choice and the likely benefits from their inclusion into products for human consumption. **Trends in Food Science and Technology**, v. 15, p. 484-488, 2004.

BAPTISTA, A. S. ***Saccharomyces cerevisiae* em milho armazenado e o efeito na redução de aflatoxinas**. 2001. 94 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BARRIUSO, B.; ASTIASARÁN, I.; ANSORENA, D. A review of analytical methods measuring lipid oxidation status in foods: a challenging task. **European Food Research and Technology**, v. 236, p.1-15, 2013.

BELL, J. G.; WAAGBØ, R. Safe and nutritious aquaculture produce: benefits and risks of alternative sustainable aqua feeds. In: HOLMER, M.; BLACK, K.; DUARTE, C. M.; MARBA, N.; KARAKASSIS, I. **Aquaculture in the ecosystem**. Berlin: Springer, 2008, p. 185-225.

BHOSALE, P. Environmental and cultural stimulants in the production of carotenoids from microorganisms. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 63, p. 351-361, 2004.

BHOSALE, P.; BERNSTEIN, P. S. Microbial xanthophylls. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 68, p. 445-455, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Produção de peixes no Brasil cresce com apoio de pesquisas da Embrapa**. 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/01/producao-de-peixes-no-brasil-cresce-com-apoio-de-pesquisas-da-embrapa>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: Funep, 1992.

CHANG, Y.; WU, Z.; BIAN, L.; FENG, D.; LEUNG, D. Y. Cultivation of *Spirulina platensis* for biomass production and nutrient removal from synthetic human urine. **Applied Energy**, v. 102, p. 427-431, 2013.

CHEAH, K. S.; CHEAH, A. M.; KRAUSGRILL, D. I. Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. **Meat Science**, v. 39, p. 255-264, 1995.

DECKER, E. A. Antioxidant mechanisms. In: AKOH, C. C.; MIN, D. B. **Food lipids: chemistry, nutrition and biotechnology**. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 2002. p. 517-42.

DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicação na saúde. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, p. 389-399, 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The state of world fisheries and aquaculture**. Roma: FAO, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The state of the world fisheries and aquaculture**. Roma: FAO, 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/I9540EN/i9540en.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

GAO, J.; KOSHIO, S.; ISHIKAWA, M.; YOKOYAMA, S.; MAMAUAG, R. E.; HAN, Y. Effects of dietary oxidized fish oil with vitamin E supplementation on growth. **Aquaculture**, v. 356-357, p. 73-79, 2012.

GASPAR, J.; VIEIRA, R.; TAPIA, M. Aspectos sanitários do pescado de origem de água doce e marinha, comercializado na feira de Gentilândia, Fortaleza, Ceará. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 11, p. 20-28, 1997.

GORDON, M. H. The development of oxidative rancidity in foods. In: POKORNY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. (Ed.). **Antioxidants in food: practical applications**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2001. p. 7-21.

GRASSI, T. L. M.; SANTO, E. F. E.; MARCOS, M. T. S.; CAVAZZANA, J. F.; OLIVEIRA, D. L.; BOSSOLANI, I. L. C.; PONSANO, E. H. G. Bacterial pigment for Nile tilapia feeding. **Aquaculture International**, v. 24, p. 647-660, 2016.

HAMRE, K.; CHRISTIANSEN, R.; WAAGBØ, R.; MAAGE, A.; TORTENSEN, B. E.; LYGREN, B.; LIE, Ø.; WATHNE, E.; ALBREKTSEN, S. Antioxidant vitamins, minerals and lipid levels in diets for Atlantic Salmon (*Salmo salar*, L.): effects on growth performance and fillet quality. **Aquaculture Nutrition**, v. 10, p. 113-123, 2004.

HOU, D. X. Potential mechanism of cancer chemoprevention by anthocyanin. **Current Advancements in Molecular Medicines**, v. 3, p. 149-159, 2003.

HUANG, P. ROS stress in cancer cells and therapeutic implications. **Drug Resistance Updates**, v. 7, p. 97-110, 2004.

HUO, J. Z.; NELIS, H. J.; LAVENS, P.; SORGELOOS, P.; DE LEENHEER, A. P. Simultaneous determination of alfatocopheryl acetate and tocopherols in aquatic organisms and fish feed. **Journal of Chromatography and Biology**, v. 724, p. 249-255, 1999.

JAFARI, S. M. A.; RABBANI, M.; EMTYAZJOO, M.; PIRYAEI, F. Effect of dietary *Spirulina platensis* on fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. **Aquaculture International**, v. 22, p. 1307-1315, 2014.

JENSEN, C.; LAURIDSEN, C.; BERTELSEN, G. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. **Trends Food Science Technology**, v. 9, p. 62-72, 1998.

LAGUERRE, M.; LECOMTE, J.; VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: existing methods, new trends and challenges. **Progress in Lipid Research**, v. 46, p. 244-82, 2007.

LEITÃO, M. F. F.; RIOS, D. P. F. A.; GUIMARÃES, J. G. L.; BALDINI, V. L. S.; MAINDADES PINTO, C. S. R. Alterações químicas e microbiológicas em pacu (*Piaractus mesopotamicus*) armazenado sob refrigeração a 5 °C. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, p. 160-166, 1997.

LEWIS-MCCREA, L. M.; LALL, S. P. Effects of moderately oxidized dietary lipid and the role of vitamin E on the development of skeletal abnormalities in juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). **Aquaculture**, v. 262, p. 142-155, 2007.

LI, Z. Y.; GUO, S. Y.; LI, L. Bioeffect of selenite on the growth of *Spirulina platensis* and its biotransformation. **Bioresource Technology**, v. 89, p. 171-176, 2003.

LIMA, L. K. F.; PONSANO, E. H. G.; PINTO, M. F. Cultivation of *Rubrivivax gelatinosus* in fish industry effluent for depollution and biomass production. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 27, p. 2553-2558, 2011.

LIU, W.; ZHAO, C.; WANG, P.; WANG, S.; LIN, H.; QIU, L. The response of glutathione peroxidase 1 and glutathione peroxidase 7 under different oxidative stresses in black tiger shrimp, *Penaeus monodon*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 217, p. 1-13, 2018.

LOMBARDO, Y.; CHICCO, A. G. Effects of dietary polyunsaturated n-3 fatty acids on dyslipidemia and insulin resistance in rodents and humans: a review. **Journal of Nutrition Biochemistry**, v. 17, p. 1-13, 2006.

MACHADO, P. F. Uso da levedura desidratada na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DA

Certificado da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



CAMPUS ARAÇATUBA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
CEUA - Ethics Committee on the Use of Animals

CERTIFICADO

Certificamos que o Relatório Final do trabalho intitulado "**Biomassa bacteriana para alimentação de tilápias**", Processo FOA nº 2016-00407, sob responsabilidade de Elisa Helena Giglio Ponsano e colaboração de Thiago Luis Magnani Grassi, Lia Ferraz de Arruda Sucasas, Giovani Sampaio Gonçalves, Leandro Kanamaru Franco de Lima, Ricardo Borghesi, Paulo Cesar Ciarlini, Dayse Lícia de Oliveira, Natália Minguês Paiva, Izabela Pazzoto Alves Senna, Ane Maria Bosco e Ariana Aparecida Ferreira Pereira foi aprovado pela CEUA em 17 de Maio de 2017.

CERTIFICATE

We certify that the study entitled "**Microbial biomass for tilapia feeding**", Process FOA nº 2016-00407, under the supervision of Elisa Helena Giglio Ponsano and collaboration of Thiago Luis Magnani Grassi, Lia Ferraz de Arruda Sucasas, Giovani Sampaio Gonçalves, Leandro Kanamaru Franco de Lima, Ricardo Borghesi, Paulo Cesar Ciarlini, Dayse Lícia de Oliveira, Natália Minguês Paiva, Izabela Pazzoto Alves Senna, Ane Maria Bosco and Ariana Aparecida Ferreira Pereira had its the Final Report approved by the CEUA on May 17, 2017.

Prof. Dr. Leonardo Perez Faverani
Coordenador da CEUA
CEUA Coordinator

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba
Rua José Bonifácio, 1193 – Vila Mendonça - CEP: 16015-050 – ARAÇATUBA – SP
Fone (18) 3636-3234 Email CEUA: ceua@foa.unesp.br