



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Araçatuba

VICTOR ELOY DA FONSECA

**USO DE COPRODUTOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE
FRUTAS NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS**

Araçatuba

2023

VICTOR ELOY DA FONSECA

**USO DE COPRODUTOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE
FRUTAS NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Orientador: Prof^ª. Associada Elisa Helena Giglio Ponsano

Araçatuba

2023

F676u

Fonseca, Victor Eloy da

Uso de coprodutos da industrialização de frutas na alimentação de Tilápias / Victor Eloy da Fonseca. -- Araçatuba, 2023
86 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba
Orientadora: Elisa Helena Giglio Ponsano

1. Acerola. 2. Maçã. 3. Uva. 4. Tilápia. 5. Digestibilidade. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Medicina Veterinária, Araçatuba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Araçatuba

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: USO DE COPRODUTOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE FRUTAS NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS

AUTOR: VICTOR ELOY DA FONSECA

ORIENTADORA: ELISA HELENA GIGLIO PONSANO

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

Profa. Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Prof. Dr. MANOEL GARCIA NETO (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Prof. Dr. MAX JOSÉ DE ARAUJO FARIA JUNIOR (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

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

Prof. Dr. PAULO LEVI DE OLIVEIRA CARVALHO (Participação Presencial)
Curso de Zootecnia / Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Câmpus Marechal Cândido Rondon

Araçatuba, 20 de janeiro de 2023



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Araçatuba

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: USO DE COPRODUTOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE FRUTAS NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS

AUTOR: VICTOR ELOY DA FONSECA

ORIENTADORA: ELISA HELENA GIGLIO PONSANO

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

Profa. Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Prof. Dr. MANOEL GARCIA NETO (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Prof. Dr. MAX JOSÉ DE ARAUJO FARIA JUNIOR (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

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

Prof. Dr. PAULO LEVI DE OLIVEIRA CARVALHO (Participação Presencial)
Curso de Zootecnia / Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Câmpus Marechal Cândido Rondon

Araçatuba, 20 de janeiro de 2023



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Araçatuba

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: USO DE COPRODUTOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE FRUTAS NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS

AUTOR: VICTOR ELOY DA FONSECA

ORIENTADORA: ELISA HELENA GIGLIO PONSANO

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

Profa. Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Prof. Dr. MANOEL GARCIA NETO (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Prof. Dr. MAX JOSÉ DE ARAÚJO FÁRIA JUNIOR (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

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

Prof. Dr. PAULO LEVI DE OLIVEIRA CARVALHO (Participação Presencial)
Curso de Zootecnia / Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Câmpus Marechal Cândido Rondon

Araçatuba, 20 de janeiro de 2023

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: USO DE COPRODUTOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE FRUTAS NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS

AUTOR: VICTOR ELOY DA FONSECA

ORIENTADORA: ELISA HELENA GIGLIO PONSANO

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

Profa. Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Prof. Dr. MANOEL GARCIA NETO (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Prof. Dr. MAX JOSÉ DE ARAUJO FARIA JUNIOR (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

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

Prof. Dr. PAULO LEVI DE OLIVEIRA CARVALHO (Participação Presencial)
Curso de Zootecnia / Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Câmpus Marechal Cândido Rondon

Araçatuba, 20 de janeiro de 2023



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Araçatuba

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: USO DE COPRODUTOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE FRUTAS NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS

AUTOR: VICTOR ELOY DA FONSECA

ORIENTADORA: ELISA HELENA GIGLIO PONSANO

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

Profa. Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Prof. Dr. MANOEL GARCIA NETO (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Prof. Dr. MAX JOSÉ DE ARAUJO FARIA JUNIOR (Participação Presencial)
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

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

Prof. Dr. PAULO LEVI DE OLIVEIRA CARVALHO (Participação Presencial)
Curso de Zootecnia / Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Câmpus Marechal Cândido Rondon

Araçatuba, 20 de janeiro de 2023

AGRADECIMENTOS

A DEUS,

À minha família; Fernanda, Julia, Manu e Sarah, alicerce de tudo!

À minha mãe Jô, aos meus irmãos Arnaldo e Eloisa, minhas referências de vida.

À professora Elisa Ponsano, por acreditar no projeto, pela paciência e orientação.

Aos demais familiares, amigos e parentes envolvidos nessa “empreitada”.

À FMVA UNESP – Campus de Araçatuba, pela disponibilidade dos alunos, insumos e laboratórios.

À FCAT UNESP – Campus de Dracena pela disponibilidade dos laboratórios e parceria na realização dos ensaios de digestibilidade.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, pela realização análises bromatológicas.

À Universidad Computelense de Madrid pela parceria.

Às empresas NIAGRO Nichirei do Brasil, NATURASUC, De Heus, Frango Alimenta, ADASEBO e NUTRA pela disponibilidade de ingredientes.

À JK Fish, pelo fornecimento dos peixes.

Aos professores Leonardo Takahashi, Paulo Levi, Silvana Teixeira pela colaboração, orientação e amizade.

Aos colegas de trabalho Andrey Chotolli, Rubén Pozza, Julia Paschoareli, Matheus Belini e demais colaboradores nos experimentos e condução dos ensaios.

À professora Maria Clara, minha sogra, pela correção ortográfica.

Aos funcionários da NUTRA.

*Ainda que eu falasse as línguas dos homens
e dos anjos, e não tivesse amor, seria como
o metal que soa ou como o sino que tine...*

(Coríntios 13:1)

FONSECA, V. E. **Uso de coprodutos da industrialização de frutas na alimentação de Tilápias**. 2023. 86 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2023.

RESUMO

Conhecida pela sua alta resistência e rusticidade, a tilápia é o segundo peixe mais cultivado no mundo e sua produção quadriplicou em relação à última década. Esses aumentos em produção e produtividade geram demanda por matérias-primas que possam substituir parcialmente ingredientes tradicionais, melhorando os custos de produção e a qualidade dos produtos. Os resíduos da industrialização de frutas contêm carboidratos, ácidos graxos e nucleicos e compostos fenólicos, importantes para a dieta animal. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a digestibilidade dos resíduos do processamento de acerola, maçã e uva na alimentação de tilápias e avaliar os efeitos de sua inclusão na dieta sobre o desempenho dos animais e a qualidade dos filés. Para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA), 408 juvenis de Tilápias com peso médio de 270 g foram distribuídos em tanques para coleta de fezes, seguindo um delineamento inteiramente casualizado com quatro dietas-teste e seis repetições. Os CDA de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB) e fibra detergente neutro (FDN) foram avaliados pela metodologia de substituição do alimento-teste (farelos de frutas) numa dieta-referência, usando-se 0,05% de óxido crômico como indicador externo. Os farelos de acerola, maçã e uva apresentaram 91,20%, 93,83% e 91,53% de MS, 13,53%, 9,56% e 10,69% de PB, 4.350 kcal, 2.261 kcal, e 5.010 kcal de EB e 48,96%, 11,46% e 54,16% de FDN, respectivamente. Os CDA dos farelos de acerola, maçã e uva foram de 27,6%, 60,9% e 54,0% para MS, 8,02%, 66,1% e 39,9% para PB e 28,5%, 61,4% e 54,9% para EB, respectivamente. Todos os farelos testados apresentaram perfil bromatológico de matéria seca, proteína bruta e energia bruta com potencial de uso em dietas para tilápias. O farelo de maçã apresentou maior digestibilidade de matéria seca, proteína bruta e energia bruta e o farelo de menor digestibilidade foi o de acerola. Para a avaliação do desempenho, o experimento foi composto de quatro tratamentos e seis repetições, em um delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos consistiram em quatro dietas experimentais: RF – dieta de referência, sem farelo de frutas, e três rações contendo farelos de acerola (FA) ou maçã (FM) ou uva (FU) com inclusão de 5% da matéria seca total, durante 45 dias. Os peixes foram pesados e medidos para a obtenção dos dados de desempenho (ganho de peso, fator de condição corporal, índice hepatossomático e eficiência alimentar) e, após o abate, os filés foram amostrados para as determinações de composição centesimal e perfil de ácidos graxos. Os resultados foram analisados estatisticamente para a verificação de diferença entre os tratamentos, adotando-se a significância de 5%. O desempenho produtivo foi equivalente entre os tratamentos, o teor de proteína foi maior nos filés dos peixes alimentados com farelo de uva e as concentrações de lipídeos foram maiores nos filés dos peixes alimentados com os farelos de frutas. Os dados obtidos reforçam a sugestão de uso de resíduos de frutas na alimentação de peixes como forma de reduzir resíduos provenientes de operações industriais.

Palavras-chave: Acerola. Composição centesimal. Desempenho animal. Digestibilidade. Maça. Uva. Tilápia.

FONSECA, V. E. **Use of co-products from the industrialization of fruits in feeding Tilapias.** 2023. 86 f. Thesis (Doctorate) - Faculty of Veterinary Medicine, São Paulo State University, Araçatuba, 2023.

ABSTRACT

Tilapia is one of the most important fish species for world aquaculture. Known for its high resistance and rusticity, tilapia is the second most cultivated fish in the world and its production has quadrupled in relation to the last decade. These increases in production and productivity generate demand for raw materials that can partially replace traditional ingredients, improving production costs and product quality. The residues from the industrialization of fruits contain carbohydrates, fatty and nucleic acids and phenolic compounds, important for the animal diet. The objective of this research was to characterize the digestibility of residues from the processing of acerola, apple and grape in the diet of tilapia and to evaluate the effects of their inclusion in the diet on the performance of the animals and the quality of the fillets. For the determination of the apparent digestibility coefficient (ADC), 408 Tilapia juveniles with an average weight of 270 g were distributed in tanks for feces collection, following a completely randomized design with four test diets and six replications. The ADC of dry matter (DM), crude protein (CP), gross energy (EB) and neutral detergent fiber (NDF) were evaluated by the methodology of replacing the test food (fruit bran) in a reference diet, using 0.05% chromic oxide as an external indicator. Acerola, apple and grape bran presented 91.20%, 93.83% and 91.53% of DM, 13.53%, 9.56% and 10.69% of CP, 4,350 kcal, 2,261 kcal, and 5,010 kcal of EB and 48.96%, 11.46% and 54.16% of NDF, respectively. The ADC of acerola, apple and grape meal were 27.6%, 60.9% and 54.0% for DM, 8.02%, 66.1% and 39.9% for CP and 28.5% , 61.4% and 54.9% for EB, respectively. All meals tested showed a bromatological profile of dry matter, crude protein and crude energy with potential use in tilapia diets. The apple bran had the highest digestibility of dry matter, crude protein and gross energy and the bran with the lowest digestibility was the acerola bran. For performance evaluation, the experiment consisted of four treatments and six replications, in a completely randomized design. The treatments consisted of four experimental diets: RF – reference diet, without fruit meal, and three diets containing acerola (FA) or apple (FM) or grape (FU) meals with inclusion of 5% of the total dry matter, during 45 days. The fish were weighed and measured to obtain performance data (weight gain, body condition factor, hepatosomatic index and feed efficiency) and, after slaughter, the fillets were sampled to determine the centesimal composition and fatty acid profile. The results were statistically analyzed to verify differences between treatments, adopting a significance of 5%. The productive performance was equivalent among the treatments, the protein content was higher on the fillets of the fish fed with grape bran, and the lipid concentrations were higher on the fillets of the fish fed with the fruits meals. The data obtained reinforce the suggestion of using fruit waste in fish feed as a way to reduce waste from industrial operations.

Keywords: Digestibility. Acerola. Apple. Grape. Tilapia. Proximate composition. Animal performance.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 – VALOR NUTRITIVO E COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE COPRODUTOS INDUSTRIAIS DE ACEROLA, MAÇÃ E UVA PARA A ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*)

Figura 1 - Tanques de coleta de fezes com registro e adaptação para conexão com tubo de Falcon35

CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DO FILÉ DE TILÁPIAS-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) ALIMENTADAS COM RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Figura 1 - Perfil de ácidos graxos saturados dos filés de tilápias alimentadas com dietas contendo coprodutos da indústria de sucos.....58

Figura 2 - Perfil de ácidos graxos monoinsaturados dos filés de tilápias alimentadas com dietas contendo coprodutos da indústria de sucos...59

Figura 3 - Perfil de ácidos graxos poli-insaturados dos filés de tilápias alimentadas com dietas contendo coprodutos da indústria de sucos...60

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 – VALOR NUTRITIVO E COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE COPRODUTOS INDUSTRIAIS DE ACEROLA, MAÇÃ E UVA PARA A ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*)

Tabela 1 - Composição da dieta referência utilizada no experimento	33
Tabela 2 - Composição nutricional dos farelos utilizados nas dietas experimentais, expressos com base na matéria seca.....	38
Tabela 3 - Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos farelos utilizados nas dietas experimentais.....	38
Tabela 4 - Digestibilidade aparente de nutrientes dos farelos utilizados nas dietas experimentais	39

CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DO FILÉ DE TILÁPIAS-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) ALIMENTADAS COM RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais fornecidas aos peixes	53
Tabela 2 - Parâmetros de desempenho de Tilápias alimentas com dietas contendo coprodutos da indústria de sucos	56
Tabela 3 - Parâmetros de cor dos filés de tilápias alimentas com dietas contendo coprodutos da indústria de sucos	57
Tabela 4 - Parâmetros de cor dos filés de tilápias alimentas com dietas contendo coprodutos da indústria de sucos	57

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	16
1.1	Tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	18
1.2	Avaliação dos alimentos e digestibilidade de nutrientes na nutrição de peixes	18
1.3	Resíduos agroindustriais na nutrição de peixes	19
1.3.1	Coprodutos da indústria de sucos	21
1.4	Qualidade da carne de peixes, composição centesimal, cor e perfil de ácidos graxos.....	25
2	CAPÍTULO 1 – VALOR NUTRITIVO E COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE COPRODUTOS INDUSTRIAIS DE ACEROLA, MAÇÃ E UVA PARA A ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS (<i>Oreochromis niloticus</i>)	28
2.1	Resumo	28
2.2	Abstract.....	29
2.3	Introdução.....	30
2.4	Material e Métodos	32
2.4.1	Dietas Experimentais	32
2.4.2	Animais, instalações e manejos.....	34
2.4.3	Análises químico-bromatológicas	36
2.4.4	Coeficientes de digestibilidade aparente das dietas experimentais.....	36
2.4.5	Análise estatística.....	37
2.5	Resultados.....	37
2.6	Discussão	39
2.7	Conclusão.....	43
2.8	Referências.....	44
3	CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DO FILÉ DE TILÁPIAS-DO-NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>) ALIMENTADAS COM COPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE SUCOS	48
3.1	Resumo	48
3.2	Abstract.....	49

3.3	Introdução.....	50
3.4	Material e métodos	51
3.4.1	Desenho Experimental.....	51
3.4.2	Determinação do desempenho zootécnico.....	54
3.4.3	Composição centesimal e determinação de cor instrumental.....	54
3.4.4	Determinação do perfil de ácidos graxos dos filés.....	55
3.4.5	Análises estatísticas	55
3.5	Resultados.....	56
3.5.1	Desempenho zootécnico	56
3.5.2	Composição centesimal.....	56
3.5.3	Cor.....	57
3.5.4	Perfil de ácidos graxos.....	58
3.6	Discussão	60
3.7	Conclusão.....	63
3.8	Referências.....	63
	APÊNDICE A – REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL	66
	ANEXO A – NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA	73
	ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	86

1 INTRODUÇÃO GERAL

A população mundial vem num ritmo crescente desde 1950 e as últimas projeções das Nações Unidas indicam que chegaremos a 8,5 bilhões de humanos em 2030, 9,7 bilhões em 2050, e alcançaremos a estabilidade somente a partir de 2100 (ADAM, 2021). Neste contexto, um dos maiores desafios da sociedade será o fornecimento de alimentos e meios de subsistência para a população (FAO, 2018).

Os alimentos aquáticos contribuem cada vez mais para a segurança alimentar e nutricional e o consumo vem aumentando a uma taxa média anual de 3,0% desde 1961 até 2020, quase o dobro da taxa de crescimento anual da população mundial no mesmo período. O consumo *per capita* de pescado em 2020 atingiu 20,2 kg, mais que o dobro do consumo na década de 1960 (FAO, 2022).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO, em 2020, mais de 157 milhões de toneladas, ou seja, 89% da produção de animais aquáticos, foram destinados ao consumo humano direto, volume superior ao de 2018, apesar das repercussões da pandemia de COVID-19. Os alimentos aquáticos contribuíram com cerca de 17% da proteína de origem animal consumida mundialmente em 2019, chegando a 23% em países de renda média baixa e mais de 50% em partes da Ásia e África (FAO, 2022).

O Brasil tem enorme potencial para crescimento da aquicultura, o que se justifica, principalmente, pelas características naturais do país, relacionadas à abundância de recursos hídricos, 5,5 milhões de hectares de grandes reservatórios naturais e artificiais, clima favorável e disponibilidade de grãos para o processamento de rações (BORGHETTI, N.; OSTRENSKY; BORGHETTI, J., 2003; OSTRENSKY; BORGHETTI; SOTO, 2008).

A piscicultura brasileira vem se desenvolvendo de forma robusta, com significativos avanços em termos de aumento da produção e profissionalização do setor e representa, hoje, a atividade de produção animal que mais cresce nos últimos anos, trabalhando com boas práticas, utilizando modernas tecnologias em genética, sanidade, nutrição e equipamentos (IBGE, 2019; CIAQUI, 2019).

Até a década de 1990, a piscicultura brasileira era praticada em reservatórios de áreas rurais, açudes ou viveiros escavados. Nas duas últimas décadas, entretanto, experiências bem-sucedidas de produção em sistemas de

tanques-rede, implantados em reservatórios das usinas hidroelétricas, têm chamado a atenção de produtores rurais e investidores. Esse sistema produtivo, com apoio governamental, promoveu um crescimento significativo da piscicultura no país (PEDROZA FILHO, *et al.*, 2020; AYROZA, D.; CARMO; AYROZA, L., 2011).

Diferentes tipos de sistemas de produção aquícola foram encontrados em 4.198 dos 5.570 municípios brasileiros (IBGE, 2019). As espécies de peixes de água doce são o único grupo cultivado em todos os estados. Algumas espécies representam a maior parte da produção: a Tilápia-do-Nilo vem em primeiro lugar, com 54 % da produção total da aquicultura (486 mil toneladas em 2021), seguida dos peixes nativos (262 mil toneladas em 2021) e demais espécies (Carpas, Trutas e Pangasius), responsáveis por 5,3% da produção total de 2021, atingindo 44.585 toneladas (MEDEIROS, 2022; PEDROZA FILHO, *et al.*, 2020; VALENTI *et al.*, 2021).

A produção de tilápias (tilapicultura) tem se desenvolvido em todas as regiões do país, o que tem levado a uma grande popularização da espécie, tanto por parte dos produtores como dos consumidores (MEDEIROS, 2022). O estado do Paraná é o maior produtor, seguido por São Paulo e Minas Gerais (PEDROZA FILHO, *et al.*, 2020). Recentemente, os estados de Tocantins e Mato Grosso, que ainda têm uma produção pouco expressiva de tilápia, autorizaram e regulamentaram a produção do peixe, abrindo perspectivas de um significativo aumento de produção, haja vista o enorme potencial destes dois estados em termos de recursos hídricos e oferta de grãos (PEDROZA FILHO, *et al.*, 2020).

Nesse sentido, a produção de peixes de cultivo no Brasil teve aumento de 4,7% em 2021, saindo de 802.930 toneladas em 2020 para 841.005 toneladas em 2021. A tilápia representa 65,3% da piscicultura no Brasil, com produção de 534.005 toneladas, representando um aumento de 9,8% sobre o desempenho do ano anterior. Alcançou cerca de R\$ 8 bilhões em receita e gera, anualmente, mais de três milhões de empregos diretos e indiretos (MEDEIROS, 2022).

No entanto, para proporcionar saúde aos peixes confinados e minimizar impactos ambientais, é fundamental reunir informações sobre o valor nutritivo dos alimentos e as exigências nutricionais, para permitir a elaboração de rações adequadas para as diferentes fases de criação. Em função do aumento da criação intensiva de tilápias nos últimos anos, tem-se procurado nutrir os peixes de forma a

sustentar o rápido ritmo de crescimento e minimizar o estresse a que estão constantemente expostos (PEZZATO *et al.*, 2010).

No ramo aquícola, as rações são responsáveis por grande parte dos custos de produção na piscicultura, uma vez que as fontes proteicas convencionais utilizadas em sua composição, têm custo elevado quando comparadas com algumas fontes alternativas. Uma possibilidade para baratear a produção na piscicultura é a utilização de alimentos não convencionais para formulação de rações (PASCOAL; MIRANDA; SILVA FILHO, 2006).

1.1 Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

A tilápia alimenta-se eficientemente de fauna e flora naturais e pode utilizar matérias-primas suplementares para atingir um rápido crescimento e ganho de peso (WATANABE *et al.*, 1996). É uma espécie adaptada a vários sistemas de criação e apropriada para a piscicultura de subsistência, nos países em desenvolvimento, por ser uma espécie precoce, de rápido crescimento e apresentar excelente desempenho em sistemas intensivos de produção (BORGHETTI; OSTRENSKI, 1998; PEDROZA FILHO, *et al.*, 2020).

Segundo Pedroza Filho e Routledge (2016), o aumento da demanda por tilápia no mercado nacional e a entrada de grandes produtores e empresas são os principais fatores responsáveis pelas mudanças ocorridas na indústria da Tilápia no Brasil. Esse processo de intensificação produtiva é fortemente baseado em modelos de capitalização financeira, até então não tradicionais na cadeia da Tilápia, tais como fundos de investimento, *joint ventures*, entrada de grandes conglomerados de outros segmentos de proteína animal (por exemplo, suínos e frango de corte) e investimento direto estrangeiro (PEDROZA FILHO, *et al.*, 2020).

1.2 Avaliação dos alimentos e digestibilidade de nutrientes na nutrição de peixes

Atualmente, tem aumentado a preocupação com as tecnologias de processamento empregadas para produzir rações comerciais para a aquicultura. Esta preocupação tem sido, primariamente, direcionada pela expansão global da aquicultura, resultante do aumento da demanda pelos produtores por rações de alta

qualidade e que atendam às exigências específicas dos peixes (PEZZATO, *et al.*, 2010).

De acordo com Glencross *et al.*, (2007), o primeiro passo para uma adequada avaliação de ingredientes para rações é a sua caracterização composicional e nutricional. Ainda, na busca de caracterizar como os animais aproveitam os nutrientes, são realizados ensaios de digestibilidade, que determinam a biodisponibilidade dos nutrientes e a energia que cada alimento pode oferecer, bem como auxiliar na inclusão de novas dietas na alimentação dos peixes, com isso, rações economicamente e ambientalmente mais viáveis podem ser formuladas (FRACALOSSI; CYRINO, 2013; NRC, 2011).

A digestibilidade aparente é a medida que expressa a quantidade de nutrientes orgânicos, supostamente absorvida pelo animal, obtida pela diferença entre a quantidade de nutrientes ingerida e a excretada. Em relação aos minerais, esta proporção pode ser definida como absorvida aparentemente porque não inclui nenhuma hidrólise (RODEHUTSCORD; GREGUS; PFEFFER, 2000). Em peixes, a digestibilidade dos alimentos pode ser obtida pelo método direto, medida pela quantidade de fezes excretadas, ou pelo método indireto, utilizando marcador (não digestível), que reflete a variação dos nutrientes excretados nas fezes. Nenhum dos dois métodos leva em consideração a presença de materiais de origem endógena ou metabólicos das fezes, daí o termo “digestibilidade aparente” (FRACALOSSI; CYRINO, 2013).

A necessidade de se fornecer uma alimentação adequada e de acordo com a exigência nutricional de cada espécie exige cada vez mais que sejam realizados estudos que testem a determinação do grau de digestibilidade ou assimilação dos nutrientes pelos peixes, sendo fundamentais para o conhecimento sobre a nutrição da espécie (GLENCROSS *et al.*, 2007, 2011).

1.3 Resíduos agroindustriais na nutrição de peixes

Uma das principais cadeias produtivas do agronegócio brasileiro é a do milho, que corresponde a mais de 37% da produção de grãos. Há crescente demanda na produção, já que existe competitividade no uso com a alimentação animal e humana, porém, diversos entraves fazem parte da cadeia produtiva do milho, promovendo grande oscilação no preço da saca (CALDARELLI; BACCHI,

2012). Esse ingrediente é, em volume, o principal item nas dietas para peixes e, portanto, tem expressivo peso na formação dos custos. Desse modo, a busca por estratégias para melhorar o desempenho, reduzir custos e aumentar a rentabilidade com alimentação na produção animal é um desafio cotidiano.

Segundo Bellaver e Ludke (2004), deve-se avaliar quatro fatores no uso de um ingrediente alternativo: a) disponibilidade comercial – para ter mudança na formulação de ração é necessário um ingrediente atrativo e que justifique a mudança; b) quantidade de nutrientes – os ingredientes podem diferir nutricionalmente e a partir de análises laboratoriais é possível estimar as quantidades; c) qualidade dos nutrientes – os nutrientes digestíveis devem estar disponíveis para utilização pelos animais e a presença de fatores antinutricionais e micotoxinas nos ingredientes pode comprometer a qualidade da dieta; d) características físicas do ingrediente – na formulação de rações é importante verificar a densidade e a umidade dos ingredientes, pois terá influência direta no armazenamento.

A indústria de alimentos no Brasil está entre as maiores do mundo, destacando-se na produção e comercialização de frutas. Os processamentos geram resíduos que não são aproveitados para a alimentação humana (ALMEIDA *et al.*, 2014). O termo resíduo está associado à caracterização dos produtos gerados por meio de um processamento industrial, onde se tem como objetivo final a obtenção de um novo produto. No caso do processamento de frutas, há formação de novo produto com potencial para ser usado na alimentação animal. Entretanto, usar o termo resíduo acarreta uma conotação negativa a esses alimentos. Por outro lado, quando analisados sob o ponto de vista da nutrição, muitas vezes se apresentam como fontes nutricionais com qualidades que devem ser levadas em consideração (SOUSA *et al.*, 2011).

De acordo com a Instrução Normativa nº 81 de 19/12/2018 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2018), é possível a utilização destes descartes provenientes de indústrias alimentícias na alimentação animal, e atribui a eles a denominação de “coprodutos”. Essa prática representa uma forma de explorar os benefícios dessas substâncias, além de contribuir para a redução da quantidade de resíduos descartada no ambiente (CAETANO *et al.*, 2011).

O aproveitamento desses coprodutos agroindustriais na alimentação animal atualmente, além de ser visto como uma opção econômica de grande importância na redução do impacto ambiental, propicia produção de alimentos nobres e de boa qualidade devido às suas características nutricionais. Algumas pesquisas usando esses materiais já foram conduzidas e, com elas, bons resultados têm sido apresentados (TORELLI *et al.*, 2010).

1.3.1 Coprodutos da indústria de sucos

No Brasil, a produção de frutas ocupa mais de dois milhões de hectares, criando renda e emprego para, aproximadamente, cinco milhões de habitantes. A fruticultura é um dos principais segmentos da agropecuária brasileira, oferece elevada agregação de valor à produção, tanto no consumo *in natura*, quanto pelo processamento de seus derivados (BORGES *et al.*, 2022).

O Brasil consegue concentrar a maior gama de espécies de frutas e de hortaliças no planeta, oferecendo todos os climas e todas as exigências de solos e de manejo. Não apenas por sua condição de território quase continental, mas também pelas circunstâncias de se situar tanto em clima tropical, na proximidade da linha do Equador, quanto em clima temperado, em seus estados meridionais, o país tem uma condição única de oferta em centenas de itens. E, em adendo, conta com um mercado que, sozinho, alavanca e dá sustentação a essa produção, não dependendo apenas das relações com o comércio internacional (HORTIFRUTI BRASIL, 2022).

Por possuir diversidade e volume de produção, uma destinação importante dessa produção é a extração de polpa. Após o processamento, parte do total produzido se torna coproduto com composição variável, de acordo com o tipo do beneficiamento e, quando descartado incorretamente, pode impactar negativamente o meio ambiente (ALMEIDA *et al.*, 2014).

Os coprodutos do beneficiamento de frutas possuem em sua composição proteínas, lipídeos, carboidratos, vitaminas, minerais e fibras, fazendo deles uma opção como ingrediente alternativo na alimentação animal (SOUSA *et al.*, 2011). Contudo, é necessário conhecer sua composição, origem e os processamentos originários e, ainda, o modo de acondicionamento pela indústria após o beneficiamento, bem como a digestibilidade desse material, o que indicará o quanto

deste alimento será aproveitado pelo animal e seu impacto no desempenho produtivo (GLENCROSS *et al.*, 2007). Como a quantidade produzida pode chegar a centenas de milhares de toneladas, agregar valor a esses produtos é de interesse econômico e ambiental, necessitando estudos para assegurar o uso correto e eficiente (SOUSA *et al.*, 2011).

a) *Farelo de acerola*

A acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) é uma fruta originária das ilhas do Caribe e caracteriza-se por possuir teores de vitamina C superiores aos da laranja e do limão (HORTIFRUTI BRASIL, 2022). Foi introduzida no Brasil na década de 1950, inicialmente em regiões com climas tropicais e sub-tropicais (LOURENZANI *et al.*, 2009). Seu cultivo em escala comercial vem se aprimorando para atender às exigências do mercado consumidor, como teores elevados de vitamina C e padronização do produto, principalmente para exportação. Atualmente, os pomares de acerolas são uniformes, produtivos e com frutos de qualidade, chegando a produzir 6 a 8 safras por ano (CALGARO; BRAGA, 2012), além de conter elevadas quantidades de compostos carotenoides e compostos fenólicos, ingredientes naturais com diversas qualidades benéficas para a saúde (ARAÚJO *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2013; RITZINGER, R.; RITZINGER, C., 2011).

O Brasil ocupa posição de evidência no cenário mundial, com a acerola sendo produzida em quase todo o território nacional. A região Nordeste é que mais se destaca, seguida da região Sudeste e nesta última, o Oeste do Estado de São Paulo é uma referência (JUNQUEIRA *et al.*, 2011). De acordo com o Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017), o Brasil tem plantados aproximadamente 3,25 milhões de pés de acerola, sendo Pernambuco o maior produtor brasileiro deste fruto, com 21.351 toneladas, seguido pelo Ceará, com 7.578 toneladas e Sergipe com 5.427 toneladas. O mesmo levantamento mostra que esses principais produtores do país conseguiram concentrar mais de 70,61% da produção nacional de acerola, comprovando, que a região Nordeste é destaque nesse segmento agrícola.

O coproduto do beneficiamento industrial da acerola corresponde à porção desprezada após o esmagamento dos frutos para a obtenção da polpa (cerca de 20%), resultando basicamente em sementes e cascas. Logo após, esse

material é seco e moído, tornando-se o farelo de resíduo de acerola, que pode ser utilizado na alimentação animal (AGUIAR *et al.*, 2010; PEREIRA *et al.*, 2013).

A avaliação da composição bromatológica do farelo de acerola indica que o coproduto possui potencial para ser utilizado na alimentação animal, com valores consideráveis de proteína bruta (13,39%), energia bruta (4757 kcal/kg) fibra bruta (76,47%), fibra em detergente neutro – FDN (74,15%), fibra em detergente ácido – FDA (59,20%), celulose (40,08%), hemicelulose (14,93%) e lignina (20,11%) (LOUSADA JUNIOR *et al.*, 2006; CASTELINI, 2015).

b) Farelo de maçã

A maçã é um dos frutos mais produzidos e consumidos no mundo, principalmente por estar associado à prevenção de diversas doenças. Em 2016, a China se destacou como a maior produtora mundial deste fruto, com produção aproximada de 44,45 milhões de toneladas; os Estados Unidos da América (EUA), em segundo lugar, produziram 4,65 milhões de toneladas e o Brasil aparece em 21º lugar com 1,05 milhão de toneladas produzidas (FAO, 2020). No Brasil, a produção de maçã está em franco crescimento com produção de 1,25 milhão de toneladas em 2019 (ABMP, 2019). A produção brasileira de maçãs continua atraindo a atenção do consumidor brasileiro e estrangeiro. Em 2021, com uma safra maior (1,28 milhão de toneladas), as exportações da fruta fresca atingiram os mais altos níveis, próximos de 100 mil toneladas (HORTIFRUTI BRASIL, 2022).

Os consumidores de maçã são altamente exigentes, demandando um beneficiamento capaz de selecionar frutas com potencial para o consumo *in natura*. Como resultado disto, cerca de 30% da produção nacional de maçã não atinge a qualidade necessária para o consumo e os frutos não adequados são direcionados para a industrialização, onde o principal produto é o suco, obtido por prensagem (ABMP, 2019; SEBRAE MERCADOS, 2014). Neste processamento, ocorre a geração de um resíduo industrial, comumente chamado de bagaço o qual, dependendo da tecnologia empregada, pode representar até cerca de 25% da maçã processada na indústria (SEBRAE MERCADOS, 2014).

O bagaço possui elevada quantidade de carboidratos e fibras, baixo conteúdo de proteínas, aminoácidos essenciais, vitaminas e sais (ALBUQUERQUE *et al.*, 2006; PIRMOHAMMADI *et al.*, 2006; SUDHA *et al.*, 2007; VENDRUSCOLO *et*

al., 2008). As fibras do bagaço de maçã (solúveis e insolúveis) apresentam inúmeras propriedades funcionais e, quando adicionadas em produtos industrializados, podem promover aumento na textura, absorção de água e óleos e, para a saúde humana, contribuem para aumentar a saciedade e prevenir inúmeras doenças (SUDHA *et al.*, 2007).

Em virtude de seu elevado conteúdo de açúcares, o bagaço de maçã se torna um substrato em potencial para utilização em processos biotecnológicos, atuando como fonte de carbono para micro-organismos; sua conversão em produtos mais nobres vem aumentando nos últimos anos (VENDRUSCOLO *et al.*, 2008). Apesar das muitas possibilidades de utilização do bagaço de maçã, inclusive aplicações com alto valor agregado, este resíduo é simplesmente descartado em aterro industrial ou então disponibilizado para consumo bovino (VILLAS BOAS, 2001).

c) *Farelo de uva*

A viticultura brasileira ocupa uma área de, aproximadamente, 75 mil hectares, com vinhedos estabelecidos desde o extremo sul do país até regiões situadas muito próximas ao Equador. Em função da diversidade ambiental, existem polos de viticultura com característica de regiões temperadas com um período de repouso hibernar, polos em áreas subtropicais, onde a videira é cultivada com dois ciclos anuais, definidos em função de um período de temperaturas mais baixas nas quais há risco de geadas, e polos de viticultura tropical, onde é possível a realização de podas sucessivas, com a realização de dois e meio a três ciclos vegetativos por ano (PROTAS; CAMARGO; MELLO, 2003).

A produção brasileira de uvas é da ordem de 1,74 milhões de toneladas por ano (IBGE, 2017). A uva brasileira e seus derivados ganham destaque em nível mundial. A fruta de mesa, em especial a produzida no Vale do Rio São Francisco, na divisa de Pernambuco com Bahia, tem volumes cada vez maiores destinados ao mercado externo, ocupando a terceira posição entre as mais exportadas e, no total, é também a terceira em valor de produção no setor, com R\$ 3,6 bilhões. Já a uva colhida no Rio Grande do Sul, maior produtor nacional, é utilizada em sua maior parte na transformação em vinhos, espumantes e sucos que, por sua vez, também registram incremento nas exportações (HORTIFRUTI BRASIL, 2022).

De modo geral, a produção de uvas destinadas ao processamento representa cerca de 57% do total de uvas produzidas no Brasil, sendo o restante destinado ao mercado de uva *in natura* (MELLO, 2011). Em média, 20% da uva processada é transformada em bagaço (LARRAURI; RUPEREZ; CALIXTO, 1996).

De acordo com Silva (2003), os subprodutos da industrialização da uva caracterizam-se pelo bagaço (produto resultante da prensagem das massas vínicas compostas pelos engaços e pedúnculos das uvas), cascas, engaços (ricos em celulose e lignina, porção menos nutritiva) e a borra (resíduo depositado nos recipientes que contenham vinho após a fermentação). Pelo fato destes subprodutos não terem utilidade, eles são descartados em grandes quantidades, o que prejudica o meio ambiente e pode ser considerado um desperdício. De modo geral, apresentam valores médios, expressos na matéria seca, de proteína bruta entre 14 e 17 %, fibra em detergente neutro de 44 a 63%, carboidratos totais de 65%, extrato etéreo de 5 a 11%, lignina entre 20 e 23% e digestibilidade *in vitro* da matéria seca em torno de 30% (MENEZES *et al.*, 2008; BARROSO *et al.*, 2006).

Em muitos casos, o bagaço não recebe a destinação adequada e, depositado a “céu aberto”, gera impactos ambientais (NÖRNBERG *et al.*, 2002). Devido aos expressivos volumes de produção nacional, os coprodutos da indústria vitivinícola representam cada vez mais um interesse acrescido do ponto de vista ambiental e, principalmente, econômico.

1.4 Qualidade da carne de peixes, composição centesimal, cor e perfil de ácidos graxos

A qualidade dos alimentos é avaliada pelos seus atributos sensoriais (cor, maciez, sabor, suculência, odor), funcionais (pH, capacidade de retenção de água) e nutricionais (quantidade de deposição de gordura, perfil de ácidos graxos, nível de oxidação, teores de proteína, vitamina e minerais) (SOHN; OHSHIMA, 2010). Os aspectos sensoriais e nutricionais da carne dependem da composição físico-química do peixe e podem ser afetados por inúmeros fatores, como por exemplo: características intrínsecas (espécie, idade e sexo), condições ambientais (temperatura, salinidade), alimentação e composição da dieta (GRIGORAKIS, 2007).

A carne de peixe apresenta características diferenciadas na sua composição química que lhe conferem alto valor biológico, como proteína de alto

valor nutritivo e boa digestibilidade, aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais, além de ser uma rica fonte de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (n-3 e n-6) (BURGER *et al.*, 2014; SCHMIDT *et al.*, 2015). Os peixes apresentam, em média, 70% a 80% de água, 20% a 30% de proteína, 2% a 12% de lipídeos e, em quantidades menores, carboidratos e minerais, com variações conforme a espécie, idade, condição fisiológica, alimentação e condições ambientais (BRITTO *et al.*, 2014; YARNPAKDEE *et al.*, 2014).

A composição bromatológica, expressa pelos teores de proteínas, lipídeos, cinzas e água corporal, pode determinar o *status* nutricional dos animais submetidos a tratamentos experimentais. São parâmetros de fácil determinação e que refletem o real ganho qualitativo desses animais. Diversas características da carne de peixes, como os teores de gordura, proteína e o perfil de ácidos graxos, podem ser influenciadas pela alimentação (GONÇALVES; CYRINO, 2014).

Há grande variação na coloração da carne de peixes, podem ser dadas por fatores intrínsecos (tipo de músculo, espécie, idade, sexo) e extrínsecos, tais como alimentação, esforço do animal em momento anterior ao abate) e fatores *post mortem* como pH e temperatura (BOLES; PEGG, 2017; ZEOLA, 2002).

A coloração escura apresentada nos peixes ocorre pela presença da melanina. Os carotenoides são pigmentos lipossolúveis e são responsáveis pela coloração amarelada e vermelha, enquanto, os carotenoides e pteridinas são compostos solúveis em água, resultando na coloração brilhante, e os pigmentos compostos por purinas, com predominância em guanina, são encontrados geralmente na pele da região ventral da maioria dos peixes, conferindo a coloração prateada (ANDERSON, 2001). Estes pigmentos básicos podem combinar com outros componentes como as proteínas produzindo cores nos peixes que vão do azul, violeta a tons de verde (RIBEIRO, 2007).

A Tilápia-do-Nilo utiliza de forma eficiente os lipídeos como fonte de energia (TORSTENSEN *et al.*, 2005). Sendo assim, o nível de inclusão e a fonte de lipídeos da dieta podem exercer influência no tipo e no teor de ácidos graxos do filé (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). No entanto, dependendo da fonte ou do nível de lipídeos dietéticos, pode ocorrer excesso de gordura visceral, diminuindo o rendimento de filé pelo acúmulo de gordura na cavidade abdominal, alterando negativamente seu valor comercial (MEURER *et al.*, 2002). Segundo Nelson e Cox

(2014), o acúmulo de gordura corporal é a principal forma de armazenamento de energia e participa diretamente em outras funções no organismo como, por exemplo, constituição da parede celular, formação de hormônios esteroides e mensageiros intra e extracelulares.

Os teores de lipídios e o perfil de ácidos graxos contribuem significativamente nos atributos de qualidade da carne, influenciando o valor nutricional e a maciez (PARDI *et al.*, 2006). Entretanto, o principal fator que influencia o perfil de ácidos graxos no filé é a alimentação (TIDWELL *et al.*, 2007), bem como outras características como espécie, tipo de músculo corporal analisado, sexo, tipo de alimentação fornecida ou hábito alimentar, idade, época do ano, dieta e grau de maturação gonadal (VISENTAINER *et al.*, 2005; BORGHESI *et al.*, 2013).

De modo geral, a dieta utilizada na alimentação de peixes, composta por diferentes componentes de origem animal ou vegetal, influencia a qualidade do filé, principal produto comestível originado do processamento de tilápias (SANTOS *et al.*, 2000). Há buscas constantes por ingredientes de boa qualidade a baixo custo, que permitam a formulação de dietas nutricionalmente completas e adicionem atributos desejáveis à carne (CYRINO *et al.*, 2010). A composição muscular é um importante aspecto de qualidade em filés de peixes e mudanças na aparência e composição podem afetar o *marketing* desse produto (GRIGORAKIS, 2007).

O presente trabalho busca avaliar os efeitos do uso de coprodutos oriundos da industrialização de acerola, maçã e uva na alimentação de tilápias sobre os indicadores de digestibilidade, o desempenho zootécnico e as características de qualidade da carne.

2 CAPÍTULO 1 – VALOR NUTRITIVO E COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE COPRODUTOS INDUSTRIAIS DE ACEROLA, MAÇÃ E UVA PARA A ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*)

2.1 Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar o valor nutritivo e o coeficiente de digestibilidade aparente de farelos de acerola, maçã e uva, coprodutos da indústria de sucos, com vistas à sua utilização como ingredientes de dietas para Tilápias. A composição bromatológica dos farelos foi determinada por métodos físico-químicos e, para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA), 408 juvenis de Tilápias com peso médio de 270 g foram distribuídos em tanques para coleta de fezes, seguindo um delineamento inteiramente casualizado com quatro dietas-teste e seis repetições. Os CDA de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB) e fibra detergente neutro (FDN) foram avaliados pela metodologia de substituição do alimento-teste (farelos de frutas) numa dieta-referência, usando-se 0,1% de óxido crômico como indicador externo. Os farelos de acerola, maçã e uva apresentaram 91,20%, 93,83% e 91,53% de MS, 13,53%, 9,56% e 10,69% de PB, 4.350 kcal, 2.261 kcal, e 5.010 kcal de EB e 48,96%, 11,46% e 54,16% de FDN, respectivamente. Os CDA dos farelos de acerola, maçã e uva foram de 27,6%, 60,9% e 54,0% para MS, 8,02%, 66,1% e 39,9% para PB e 28,5%, 61,4% e 54,9% para EB, respectivamente. Todos os farelos testados apresentaram perfil bromatológico de matéria seca, proteína bruta e energia bruta com potencial de uso em dietas para Tilápias. O farelo de maçã apresentou maior digestibilidade de matéria seca, proteína bruta e energia bruta e o farelo de menor digestibilidade foi o de acerola.

Palavras-chave: composição bromatológica, digestibilidade, frutas, tilápia

2.2 Abstract

The objective of this study was to evaluate the nutritive value and the apparent digestibility coefficient of acerola, apple and grape meals, co-products of the juice industry, with a view to their use as ingredients in tilapia diets. The chemical composition of the meals was determined by physical-chemical methods and, for the determination of the apparent digestibility coefficient (ADC), 408 tilapia juveniles with averaging 270 g were distributed in tanks for feces collection, following a completely randomized design, with four test diets and six repetitions. The ADC of dry matter (DM), crude protein (CP), crude energy (CE) and neutral detergent fiber (NDF) were evaluated by the methodology of substitution of the test food (fruits meals) in a reference diet, using 0.1% chromic oxide as an external indicator. Acerola, apple and grape meals had 91.20%, 93.83% and 91.53% of DM, 13.53%, 9.56% and 10.69% of CP, 4,350 kcal, 2,261 kcal, and 5,010 kcal of CE and 48.96%, 11.46% and 54.16% of NDF, respectively. The ADC of acerola, apple and grape meal were 27.6%, 60.9% and 54.0% for DM, 8.02%, 66.1% and 39.9% for CP and 28.5%, 61.4% and 54.9% for CE, respectively. All the meals tested had chemical profile of dry matter, crude protein and crude energy with potential use in tilapia diets. The apple meal had the highest digestibility of dry matter, crude protein and crude energy and acerola meal had the lowest digestibility.

Keywords: acerola, apple, bromatological composition, digestibility, grape

2.3 Introdução¹

A população mundial é mais de três vezes maior do que era em meados do século XX, tendo atingido 8,0 bilhões em meados de novembro de 2022 (ONU, 2022). Deste modo, os desafios da produção animal acompanham esse aumento, vez que essa população precisará ser alimentada, e de forma sustentável.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com cerca de 45 milhões de toneladas ao ano (EMBRAPA, 2022). Além da comercialização na forma fresca, a industrialização tem se apresentado cada vez mais importante para a inserção da produção brasileira nos mercados nacional e internacional (Kist et al., 2018).

Como consequência, uma grande quantidade de descartes industriais contendo matéria orgânica é gerada, tornando-se uma fonte de poluição ambiental e, conseqüentemente, gerando custos às empresas para a realização de tratamento para a destinação final (Caetano et al., 2011; Infante et al., 2013). De acordo com a Instrução Normativa nº 81 de 19/12/2018 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2018), estes descartes provenientes de indústrias alimentícias são denominados “coprodutos” e têm como destino a alimentação animal.

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO, preocupada com a produção de alimentos para garantir a segurança alimentar para a crescente população mundial, recomenda o uso eficiente das fontes disponíveis para alimentação animal, particularmente daquelas que não compitam com alimentos para humanos, tais como os coprodutos da indústria de frutas (Wadhwa e Bakshi, 2013). A utilização desses coprodutos na alimentação animal

¹ Normas da Revista Brasileira de Zootecnia (Anexo A).

representa uma forma de explorar os benefícios dessas substâncias, além de contribuir para a redução da quantidade de resíduos descartada no ambiente (Caetano et al., 2011; Infante et al., 2013, Zanetti et al., 2014) e de levar ao barateamento dos custos de produção dos animais, uma vez que a alimentação perfaz até 70% dos custos desta atividade (Cruz et al., 2013). Entretanto, é importante que os coprodutos sejam testados previamente à aplicação na dieta de animais para verificar a ocorrência de efeitos antinutricionais e/ou tóxicos aos animais (Achilonu et al., 2016).

Em 2021, a cadeia de produção de peixes cultivados no Brasil atingiu 841.005 toneladas, com receita de cerca de R\$ 8 bilhões, gerando cerca de 3 milhões de empregos diretos e indiretos (Medeiros, 2022). O Brasil é o quarto maior produtor mundial de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), espécie que representa 63,5% da produção do país, conforme os dados do Anuário 2022 da Associação Brasileira da Piscicultura (Medeiros, 2022).

O conhecimento dos valores de digestibilidade dos nutrientes permite a elaboração de rações balanceadas para peixes, o que melhora o equilíbrio orgânico animal, aumenta a resistência a doenças e permite maior produtividade nos sistemas intensivos de criação. Desta forma, deve-se conhecer o valor nutritivo dos alimentos que vão compor as rações utilizadas nos sistemas intensivos de produção, visando à formulação e processamento de rações balanceadas de alta qualidade (Pezzato et al., 2010).

O presente trabalho teve como objetivo determinar o valor nutritivo e o coeficiente de digestibilidade aparente de farelos de acerola, maçã e uva,

coprodutos da indústria de sucos, com vistas à sua utilização como ingredientes para Tilápias.

2.4 Material e Métodos

O protocolo de pesquisa foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética Animal, UNESP (CEUA/FOA 0143-2021 – Anexo B). O experimento foi realizado no Laboratório de Piscicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – FCAT, UNESP- Campus de Dracena – SP.

2.4.1 Dietas Experimentais

A dieta referência (Tab. 1) foi elaborada baseada nas exigências nutricionais de Tilápias disponíveis em Tabelas brasileiras para a nutrição de Tilápias (Pezzato et al., 2010), sendo composta por 30% de proteína bruta e 3.370 kcal/kg de energia digestível e, a partir da mesma, foram preparadas as demais. As dietas-teste foram compostas por 69,5% da dieta referência, 30% dos ingredientes-teste avaliados e 0,5 % de óxido de cromo (III). Os ingredientes-teste utilizados foram obtidos de indústrias de sucos, sendo: farelo de acerola - NIAGRO Nichirei do Brasil, Petrolina-PE e farelos de maçã e uva - NATURASUC, Farroupilha - RS.

Tabela 1 - Composição da dieta referência utilizada no experimento

Ingredientes		%
Milho moído		38,03%
Farelo de soja		37,00%
Farinha de carne e osso		11,00%
Farelo de arroz		5,00%
Farinha de vísceras		4,00%
Óleo de soja		3,00%
Óxido de cromo (III)		0,50%
Premix vitamínico mineral ¹		0,50%
Sal comum		0,30%
Treonina		0,30%
Metionina		0,23%
Lisina		0,05%
Vit. C		0,05%
Bht		0,02%
Tryptofano		0,02%
		100,00%
Composição centesimal	Calculada	Analisada
PB (%)	27,77	27,03
ED (kcal/kg)	3.110	2.770
FDN (%)	27,05	27,08
EE (%)	7,45	
FB (%)	3,59	
Arginina (%)	1,93	
Histidina (%)	0,66	
Isoleucina (%)	1,09	
Leucina (%)	2,15	
Lisina (%)	1,64	
Metionina (%)	0,60	
Treonina (%)	1,29	
Tryptofano (%)	0,33	
Valina (%)	1,20	
Calcio (%)	0,12	
Fósforo (%)	0,35	

RF = dieta referência; FA = dieta com farelo de acerola; FM = dieta com farelo de maçã; FU = dieta com farelo de uva. *Composição (mín.) por kg do produto - Ferro 20 mg/kg, Cobre 3.500 mg/kg, zinco 24 mg/kg, Manganês 10 mg/kg, Iodo 160 mg/kg, Selênio 100 mg/kg, Cobalto 80 mg/kg, Inositol 25 mg/kg, Vit. A 2.400.000 UI/kg, Vit. D3 600.000 UI/kg, Vit. E 30.000 IU/kg, Vit. C 60 mg/kg, Vit. B1 4.000,00 UI/kg, Vit. B2 4.000 mg/kg, Niacina 20 mg/kg, Vit. B6 3.500 mg/kg, Vit. B12 8.000 mg/kg, Ácido Fólico 1.200 mg/kg, Biotina 200 mg/kg, Ácido Pantotênico 10 mg/kg, Vitamina K3 3.000 mg/kg, Colina 100 mg/kg.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o preparo das rações fareladas, inicialmente os ingredientes foram moídos em peneira de 3 mm de diâmetro, homogeneizados, e para produção dos peletes, foi acrescido 10,0% de mistura líquida de água e gelatina incolor (0,5%). A mistura foi peletizada, originando peletes com 4,0 a 6,0 mm (diâmetro geométrico). As rações foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por 18 horas e armazenadas em câmara fria a 4,0 °C.

2.4.2 Animais, instalações e manejos

Foram utilizados juvenis de Tilápia do Nilo oriundos da Piscicultura JK Fish – Santa Mercedes-SP. Durante o ensaio, a temperatura ($27,19 \pm 0,93$ °C) e a concentração de oxigênio dissolvido ($5,23 \pm 1,03$ mg/L) foram monitorados por meio de termômetro e oxímetro digital portátil YSI (Yellow Spring Instruments), modelo 550A.

Os animais foram aclimatados às condições experimentais por aproximadamente 10 dias antes do início do experimento em caixas de 1.000 L, sendo alimentados com ração comercial peletizada, duas vezes ao dia (9 h e 17 h) até a saciedade aparente. Após esse período, os peixes foram estocados em 24 caixas de 0,3 m³, denominadas unidades experimentais, na densidade de 15 a 20 peixes de 270 g/caixa (em média), perfazendo 4 kg de biomassa/unidade experimental.

Os peixes foram alimentados com as dietas experimentais por cinco dias, até a saciedade aparente, em três arraçoamentos diários (8 h, 13 h e 18 h). No início do 6º dia, os peixes foram transferidos para tanques de coleta de fezes cilíndricos de fundo cônico confeccionados em fibra de vidro e com capacidade de 200 L e (Fig. 1),

permanecendo por 24h, com coleta de fezes quatro vezes ao dia (8 h, 13 h, 18 h e 23 h).

Figura 1 - Tanques de coleta de fezes com registro e adaptação para conexão com tubo de Falcon.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A coleta de fezes foi realizada utilizando-se do método de Guelph modificado descrito por Sakomura e Rostagno (2016), onde as fezes são coletadas por decantação. O abastecimento de água era contínuo e superior, enquanto o escoamento era lateral, de modo que as fezes que decantavam no tanque caíam diretamente dentro do tubo Falcon acoplado à extremidade inferior (Fig. 1). Registros de água foram utilizados para facilitar a coleta das excretas nos tubos. Para a coleta das fezes, o registro do tanque coletor era fechado, o tubo era retirado com as fezes já depositadas no fundo, parte da água era desprezada e o conteúdo do tubo era transferido para uma placa de Petri, onde permanecia a -20 °C, até que se completasse a quantidade necessária para as análises químicas.

2.4.3 Análises químico-bromatológicas

As determinações da composição centesimal nas amostras foram realizadas em triplicata. A umidade foi determinada pelo método gravimétrico com o emprego de calor, o qual se baseia na perda de peso do material quando submetido a aquecimento de 105 °C, até atingir peso constante (AOAC, 1995). A proteína bruta foi determinada pelo método de Kjeldahl, conforme procedimento da AOAC (1995).

A determinação da energia bruta foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil). As amostras foram submetidas à combustão em bomba calorimétrica, IKA® C2000, com precisão de 0,001 °C. Os valores de FDN foram obtidos pelo método de “Filter Bag Technique” da Ankom (FBT) (Ankom 2010), adaptado segundo Valente et al., 2011.

2.4.4 Coeficientes de digestibilidade aparente das dietas experimentais

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) foram determinados pelo método indireto, com uso de 0,5% de óxido de cromo (III) (Cr₂O₃) como marcador inerte (Sakomura e Rostagno, 2016). A determinação dos coeficientes de digestibilidade com os resultados das análises do indicador e dos nutrientes das dietas e das excretas, os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) das dietas referência e teste foram calculados pela fórmula proposta por Nose (1966):

$$CDA = 100 - \left[100X \left(\frac{\% \text{ indicador na dieta}}{\% \text{ indicador nas fezes}} \times \frac{\% \text{ nutriente nas fezes}}{\% \text{ nutriente na dieta}} \right) \right]$$

Para o cálculo da digestibilidade aparente dos nutrientes dos alimentos (DAN) foi utilizada a fórmula descrita por Forster (1999):

$$DAN_{ingrediente} = \frac{[(a + b) \times CDA_{dieta\ teste} - (a) \times CDA_{dieta\ referência}]}{b}$$

em que: a = contribuição do nutriente da dieta de referência ao conteúdo de nutriente da dieta teste (% do nutriente na dieta de referência $\times$ 0,695); b = contribuição do nutriente do ingrediente teste ao conteúdo de nutriente da dieta teste (% do nutriente no ingrediente teste).

2.4.5 Análise estatística

Verificaram-se os pressupostos de normalidade e homogeneidade dos dados coletados aplicando-se os testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análises de variância. As diferenças significativas entre as médias foram submetidas ao teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando o programa estatístico Jamovi versão 2.2.5.

2.5 Resultados

A temperatura manteve-se entre 26,99 – 27,41 °C (média de 27,19 $\pm$ 0,93 °C) e o oxigênio dissolvido apresentou valores de 4,21 – 6,55 mg/L (média de 5,23 $\pm$ 1,03 mg/L). Esses valores, após a garantia dos pressupostos de normalidade e homocedasticidade, não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

A Tab. 2 apresenta a composição bromatológica dos alimentos avaliados, onde se evidencia a maior concentração de Fibra Detergente Neutro (FDN) nos farelos de acerola e uva.

Tabela 2 - Composição nutricional dos farelos utilizados nas dietas experimentais expressos com base na matéria seca

Farelos	MS (%)	PB (%)	EB (kcal/kg)	FDN (%)
Acerola	91,20	13,53	4.350	48,96
Maçã	93,83	9,56	2.261	11,46
Uva	91,53	10,69	5.010	54,16

MS – Matéria seca, PB – Proteína bruta, EB – Energia bruta, FDN – Fibra detergente neutro

Fonte: Elaborado pelo autor.

As médias dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) das frações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB) e fibra detergente neutro (FDN) dos farelos utilizados na elaboração das dietas experimentais estão apresentadas na Tab. 3, onde se destacam os menores valores de CDA dos farelos de acerola e uva quando comparados com o farelo de maçã.

Tabela 3 - Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos farelos utilizados nas dietas

Nutrientes	Farelos				P Valor	η^2
	Acerola	Maçã	Uva	Dieta Basal (Referência)		
MS (%)	27,6 ± 9,04 a	60,9 ± 11,2 b	54,0 ± 13,1 b	42,6 ± 20,2 ab	0,001	0,491
PB (%)	8,02 ± 27,1 a	66,1 ± 10,0 c	39,9 ± 18,2 ab	53,5 ± 14,9 bc	0,003	0,618
EB (%)	28,5 ± 8,47 a	61,4 ± 11,0 b	54,9 ± 12,3 b	45,3 ± 15,8 ab	<0,001	0,554
FDN (%)	0,981 ± 16,4 a	50,1 ± 9,6 c	41,7 ± 13,3 bc	21,9 ± 22,8 ab	0,002	0,610

MS – Matéria seca, PB – Proteína bruta, EB – Energia bruta, FDN – Fibra detergente neutro. Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha demonstram diferenças significativas pelo teste de Tukey (5%).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores de matéria seca digestível (MSd), proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e fibra detergente neutro digestível (FDNd), estão apresentados na Tab. 4, sendo notórios os menores valores encontrados para o farelo de acerola.

Tabela 4 – Digestibilidade aparente de nutrientes dos farelos utilizados nas dietas

Nutrientes digestíveis	Farelos		
	Acerola	Maçã	Uva
MSd (%)	16,93	73,55	62,08
PD (%)	15,04	90,83	16,03
ED (%)	21,06	75,11	58,59
FDNd (%)	7,08	96,41	48,58

MSd – Matéria seca digestível, PD – Proteína digestível, ED – Energia digestível, FDNd – Fibra detergente neutro digestível

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.6 Discussão

Os parâmetros de qualidade da água avaliados mantiveram-se em níveis adequados para aquicultura e conforto dos peixes (Sipaúba-Tavares, 1995; Popma e Lovshin, 1996). Os farelos de acerola e uva apresentam teores de energia bruta próximos de muitos ingredientes utilizados como fonte energética em dietas para Tilápias apresentados nas Tabelas Brasileiras para Nutrição de Tilápias (Pezzato et al., 2010) como: farelo de arroz (4.098 kcal), milho em fubá (3.808 kcal) e raspa de mandioca (3.870 kcal). Os farelos de acerola e uva destacaram-se também em relação ao teor de proteína bruta quando comparados com ingredientes energéticos como o próprio milho em fubá (6,91%) e sorgo (9,65%), o que indica o potencial de utilização na alimentação de peixes, embora a composição das fibras possa trazer certas limitações.

A obtenção de dieta com adequada relação energia:proteína depende, principalmente, do valor nutritivo combinado dos alimentos. A indústria de ração considera os valores nutritivos dos alimentos disponíveis no mercado, quando da aquisição desses produtos. Assim, o aporte nutritivo é o que determina os preços dos alimentos energéticos como milho, trigo, arroz ou sorgo, por exemplo, bem como

dos alimentos proteicos, como as farinhas de peixe ou de carne e os farelos de soja, canola ou algodão (Pezzato et al., 2010).

Embora os farelos de acerola e uva tenham apresentado maiores teores de energia e proteína bruta em comparação com o farelo de maçã, quando aplicados como ingredientes nas dietas-teste, apresentaram CDA inverso, ou seja, o farelo de maçã, mesmo com menor percentual de nutrientes, apresentou melhor CDA e melhor digestibilidade aparente de nutrientes, possivelmente devido à composição da fibra deste ingrediente.

Na análise estatística, esses resultados atenderam os pressupostos de homocedasticidade e homogeneidade. As diferenças estatísticas da ANOVA foram consideradas a partir do valor de P, confirmado pelo valor de η^2 (Eta ao quadrado) e, considerando as premissas da “força” do efeito sugeridas por Cohen (1988), os resultados da Tab. 3 são enquadrados como “de grande efeito” ($\eta^2 > 0.14$). Portanto, para além da significância estatística, os resultados têm alta relevância entre as diferenças. Os resultados obtidos apontaram os altos teores de fibra presente nos resíduos em avaliação, daí a importância de uma análise mais atenta dos dados de FDN.

Os carboidratos estruturais e/ou polissacarídeos não amiláceos (celulose, hemicelulose, lignina, pectina e quitinas) presentes na parede celular das células de alimentos de origem vegetal têm degradação mais relacionada à ação de microrganismos celulolíticos do que à ação enzimática direta (Almeida e Franco, 2006; Kohla et al., 1992), pois as enzimas endógenas dos monogástricos não os degradam ou o fazem com baixa eficiência, modificando a digestibilidade, o tempo de permanência e a viscosidade no trato digestivo (Brito et al., 2008).

A análise dos alimentos é de suma importância para a nutrição animal e o conhecimento dos teores de fibra permite aos nutricionistas formularem dietas adequadas para os animais de produção (Farias et al., 2015). As análises de fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) propostas por Van Soest em 1963 e Van Soest e Wine em 1967 foram desenvolvidas para quantificar com maior precisão tanto os componentes totais da parede celular como os das frações mais indigestíveis desta (Silva e Queiroz, 2002). A parede celular é composta de celulose, hemicelulose, pectina, compostos fenólicos como a lignina, proteínas ligadas à parede celular, além de outros componentes como a sílica e a cutina (Berchielli et al., 2011).

A celulose é o polissacarídeo encontrado com maior abundância na natureza e o principal componente da parede celular dos vegetais; seu teor varia entre 20 a 40% na matéria seca (MS) de plantas superiores (Van Soest, 1994). A lignina é uma porção não digestível e não fermentável pelos micro-organismos comensais dos animais não ruminantes, e sua presença afeta a digestibilidade, pois reduz a acessibilidade dos micro-organismos e a taxa de fermentação dos outros componentes (Budiño et al., 2015).

A pectina é uma substância amorfa parcialmente solúvel em água e completamente solúvel em detergente neutro (Berchielli *et al.* 2011). As pectinas encontram-se naturalmente em associação com a celulose e a hemicelulose, que auxiliam na adesão entre as células, sendo consideradas o principal agente cimentante da parede celular, contribuindo para firmeza, resistência mecânica e aderência do tecido (Paiva et al., 2009).

Altas concentrações de FDN e a constituição das fibras podem afetar negativamente o aproveitamento da dieta em virtude dos efeitos sobre o trato gastrointestinal dos peixes, dificultando a absorção de minerais, lesionando a parede do intestino, prejudicando a digestibilidade do substrato e, conseqüentemente, afetando o seu desempenho (Hayashi et al., 2000; Meurer et al., 2003; Pezzato et al., 2004; Lima et al., 2011).

No estudo de Diógenes et al. (2014), a incorporação de 20% de farelo de acerola à ração de aves adultas promoveu reduções na digestibilidade dos nutrientes e da energia metabolizável aparente - EMA. Polycarpo et al. (2010) encontraram valores de EMA do farelo de acerola de 1005, 784 e 754 kcal/kg, para 10, 15 e 20% de inclusão em dietas de frangos de corte, respectivamente.

Costa et al. (2009), ao avaliarem a digestibilidade da energia bruta e da proteína bruta de resíduos de uva, mangaba, manga e abacaxi para Tilápia do Nilo, encontraram resultados acima de 64% para PB e entre 36,68 e 73,54% para EB. Ao avaliarem a digestibilidade de 23 diferentes misturas de ingredientes pela carpa comum, dentre eles o farelo de cascas de maçã, como principais fontes de carboidratos, Almeida et al. (2014) obtiveram resultados de CDA da matéria seca de $30,20 \pm 6,69\%$ para o farelo de acerola, $29,61 \pm 5,26\%$ para o farelo de goiaba e $72,78 \pm 24,62\%$ para o farelo de manga.

Como nesse trabalho só foi possível determinar FDN, estima-se que os teores de pectina sejam relevantes e tenham papel importante na avaliação da digestibilidade do farelo de maçã. A pectina é o único componente da parede celular completa e rapidamente fermentável e, portanto, não é, em contraste com a hemicelulose, uma das substâncias lignificadas da matriz (Van Soest et al., 1991).

As substâncias pécticas podem ser encontradas naturalmente em todas as frutas e plantas, mas estão presentes abundantemente em subprodutos da indústria de obtenção de sucos de frutas e resíduos da obtenção de açúcar (Müller e Prado, 2004).

Dentre as propriedades físicas e químicas da parede celular, as mais importantes são: solubilidade, capacidade de retenção de água, capacidade de ligar-se os sais biliares, efeito tamponante e, finalmente, a capacidade de troca catiônica (Van Soest, 1994), sendo que uma das propriedades da pectina é possuir uma alta troca de cátions, pelo menos na forma desmetilada (Van Soest et al., 1991).

Os resultados obtidos neste experimento provavelmente estão ligados aos teores de pectina, que é uma fração da FDN. Uma vez que o farelo de maçã apresenta os maiores valores de pectina dentre os alimentos avaliados (na ordem de 14,91%; Costa et al., 2021), supõe-se que os melhores resultados de CDA encontrados para esse coproduto sejam devidos a essa característica. Estes resultados são importantes para a compreensão da dinâmica de digestibilidade dos coprodutos testados na alimentação de Tilápias. Ainda que os teores de CDA da proteína bruta para o farelo de acerola tenham sido baixos, isso nos possibilitou avaliar a relação CDA com FDN dos ingredientes.

2.7 Conclusão

Os farelos de acerola, maçã e uva apresentaram perfil bromatológico de matéria seca, proteína bruta, energia bruta com potencial uso em dietas para Tilápias. Os farelos de maçã e uva apresentaram melhores coeficientes de digestibilidade de matéria seca, proteína bruta e energia bruta em comparação com

o farelo de acerola e são compatíveis para a utilização em dietas para esses animais.

2.8 Referências

- Achilonu, MC; Nwafor, IC; Umesiobi, DO e Sedibe, MM. 2016. Biochemical proximates of pumpkin (*Cucurbitaceae* spp.) and their beneficial effects on the general well-being of poultry species. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 102:5-16. [https://doi.org/ 10.1111/jpn.12654](https://doi.org/10.1111/jpn.12654)
- Almeida, JS; Santos Neto, LD; Paiva, KSL; Zaiden, RT; Silveira Neto, OJ e Bueno, CP. 2014. Utilização de subprodutos de frutas na alimentação animal. *Revista eletrônica Nutritime* 11:3430-3443.
- Almeida, NME e Franco, MRB. 2006. Determination essential fatty acids in captured and farmed tambaqui (*Colossoma macropomum*) from the brazilian amazonia area. *Journal of the American Oil Chemists Society* 83:707-711. <https://doi.org/>
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists. 16^a ed. AOAC, Washington, DC.
- Berchielli, TT; Pires, VA e Oliveira, GS 2011. *Nutrição de ruminantes*. 2^a ed. Funep, Jaboticabal.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 81, de 19 de dezembro de 2018. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/inspecao/produtosvegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-no-81-de-19-de-dezembro-de-2018.pdf>. Acessado em: 28 de novembro de 2022.
- Brito, MS; Oliveira, CFS; Silva, TRG; Lima, RB; Moraes, SN e Silva, JHV. 2008. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos: revisão. *Acta Veterinaria Brasilica* 2:111-117. <https://doi.org/10.21708/avb.2008.2.4.917>
- Budiño, FEL.; Prezzi, JA e Rodrigues, DJ. 2015. Desempenho e digestibilidade de leitões alimentados com rações contendo feno de alfafa e frutoligossacarídeo na fase inicial. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 16:796-810. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000400004>
- Caetano, ACS; Araujo, CR; Lima, VLAG.; Maciel, MIS e Melo, EA. 2011. Evaluation of antioxidant activity of agro-industrial waste of acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) fruit extracts. *Food Science and Technology* 31:769-775. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000300034>.

Cohen, J 1988. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2ª ed. Erlbau, Hillsdale.

Costa, WM; Ludke, MCMM; Barbosa, JM; Holanda, MA; Santos, EL e Ricarte, M. 2009. Digestibilidade de nutrientes e energia de coprodutos de frutas pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: Anais da 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Rio de Janeiro.

Costa, LFF; Santos, MG; Maffessoni, D. 2021. Evaluation of pectinase production potential from apple hand residue by solid state fermentation. Brazilian Journal of Development 7:27797-27811. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-472>

Cruz, SS; Moraes, ABF; Ribeiro, SB; Oliveira, MG; Costa, MS e Feitosa, CTL. 2013. Coprodutos de frutas na alimentação de ruminantes. Revista Eletrônica Nutritime 10:2909-2931.

Diógenes, GV; Arruda, AMV; Vasconcelos, NVB; Fernandes, RTV; Marinho, GBM; Lopes, FF; Silva, BVA e Paiva, CCPL. 2014. Digestibilidade do resíduo agroindustrial de acerola em rações para aves. In: Anais do 24ª Congresso Brasileiro de Zootecnia. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2022. Ciência que transforma: resultados e impactos positivos da pesquisa agropecuária na economia, no meio ambiente e na mesa do brasileiro. Embrapa, Brasília, DF.
Disponível em: <<https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-aagriculturabrasileira/frutasehortalicas#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20teceiro,2%2C5%25%20%C3%A9%20exportada>>. Acessado em: 29 de outubro de 2022.

Farias, SJ; Queiroz, OL; Santos, ARG; Fagundes, LJ e Silva, AM. 2015. Avaliação de tecidos e equipamentos alternativos na análise de fibra em detergente neutro e de fibra em detergente ácido. Periódicos Brasileiros em Medicina Veterinária e Zootecnia 72:229-233.

Foster, I. 1999. A note on the method of calculating digestibility coefficients of nutrients provided by single ingredients to feeds of aquatic animals. Aquaculture Nutrition 5:143-145. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.1999.00082.x>

Hayashi, C; Meurer, F e Boscolo, WR. 2000. Fontes de fibra no desempenho de alevinos de tilápia do Nilo. Acta Scientiarum 22:689-694.
<https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v22i0.2920>

Infante, J; Selani, MM; Toledo, NMV; Silveira-Diniz, MF; Alencar, SM e Fillet Spoto, M. H. 2013. Atividade antioxidante de coprodutos agroindustriais de frutas tropicais. Brazilian Journal of Food & Nutrition/Alimentos e Nutrição 24:87-91.
<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13357>

JAMOV Project. 2022. Computer Software, version 2.2.5. Disponível em: <<https://www.jamovi.org>>. Acessado em: 03 de dezembro de 2022.

Kist, BB; Carvalho, C; Treichel, M e Santos, CE 2018. Anuário Brasileiro da Fruticultura. Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul.

Kohla, U; Saint-Paul, U e Friebe, J. 1992. Growth, digestive enzyme activities and hepatic glycogen levels in juvenile *Colossoma macropomum* Curvier from South America during feeding, starvation and refeeding. *Aquaculture Fisheries* 23:189-208. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1992.tb00610.x>

Lima, MR; Ludke, MCMM; Porto-Neto, FF; Pinto, BWC; Torres, TR e Souza, EJO. 2011. Farelo de resíduo de manga para Tilápia do Nilo. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 33:65-71. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i1.10247>

Medeiros, F 2022. Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixe BR 2022. Associação Brasileira de Piscicultura, São Paulo.

Meurer, F; Hayashi, C e Boscolo, WR. 2003. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de alguns alimentos protéicos para juvenis de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia* 32:1801-1809. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000800001>

Muller, M e Prado, IN. 2004. Metabolismo da pectina em animais ruminantes. Uma revisão. *Revista Varia Scientia* 4:45-56.

Nose, T. 1966. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. In: *Proceedings of the 17º Symposium on Feeding Trout and Salmon Culture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

ONU - Organização das Nações Unidas. 2022. World population prospects: ten key messages. ONU, New York. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/pd/>. Acessado em: 03 de dezembro de 2022.

Paiva, PE; Lima, SM e Paixão, AJ. 2009. Pectina: Propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. *Revista Iberoamericana de Polímero* 10:196-211.

Pezzato, LE; Barros, MM; Boscolo, WR; Cyrino, JEP; Furuya, VRB e Feiden, A 2010. Tabelas brasileiras para a nutrição de Tilápias. GFM, Toledo.

Pezzato, LE; Miranda, EC; Barros, MM; Furuya, WM e Pinto, LGQ. 2004. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela Tilápia do Nilo (*O. niloticus*). *Acta Scientiarum Animal Science* 26:329-337. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000800001>

Polycarpo, GV; Cruz, VC; Zanetti, LH; Vercese, F.; Souza, IMGP e Carvalho, FB. 2010. Valores de energia metabolizável do farelo de acerola para frangos de corte. In: *Anais do 6º Simpósio de Ciências da Unesp e 7º Encontro de Zootecnia*. Universidade Estadual Paulista, Dracena.

Popma, TJ e Lovshin, LL 1996. Worldwide prospects for commercial production of tilapia. Auburn University, Auburn.

Sakomura, NK e Rostagno, HS 2016. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. 2ª ed. FUNEP, Jaboticabal.

Silva, DJ e Queiroz, AC 2002. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3ª ed. UFV, Viçosa, MG.

Sipaúba-Tavares, LH. 1995. Influência da luz, manejo e tempo de residência sobre algumas variáveis limnológicas em um viveiro de piscicultura. Biotemas 8:61-71. <https://doi.org/10.5007/%25x>

Valente, TNP; Detmann, E; Valadares Filho, SC; Queiroz, AC; Sampaio, CB e Gomes, DI. 2011. Avaliação dos teores de fibra em detergente neutro em forragens, concentrados e fezes bovinas moídas em diferentes tamanhos e em sacos de diferentes tecidos. Revista Brasileira de Zootecnia 40:1148-1154.

Van Soest, PJ 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2ª ed. Cornell University, Ithaca.

Van Soest, PJ; Robertson, JB e Lewis, BA. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74:3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

Wadhwa, M e Bakshi, MPS 2013. Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome..

Zanetti, LH; Polycarpo, GV; Brichi, ALC; Barbieri, A; Oliveira, RF; Sabbag, OJ; Cooke, RF e Cruz-Polycarpo, VC. 2014. Performance and economic analysis of broilers fed diets containing acerola meal in replacement of corn. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science 51:224-232. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v51i3p224-232>

3 CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DO FILÉ DE TILÁPIAS-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) ALIMENTADAS COM COPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE SUCOS

3.1 Resumo

A busca mundial por alimentos de qualidade e menor impacto ambiental é crescente e a piscicultura no Brasil vem se mostrando como uma boa fonte de proteína que atende esses pressupostos de sustentabilidade. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho dos peixes e a qualidade do filé de tilápias alimentadas com dietas contendo farelos de acerola, maçã e uva, coprodutos da indústria de sucos. O experimento contou com um delineamento totalmente casualizado composto de quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em quatro dietas experimentais: RF– dieta referência, sem farelo de frutas, e três rações contendo farelos de acerola (FA) ou maçã (FM) ou uva (FU) na proporção de 5% da matéria seca. Os peixes foram criados em sistema fechado de recirculação de água, recebendo aeração forçada e alimentação na proporção de 6% da biomassa por caixa, dividida em duas vezes ao dia, durante 45 dias. A manutenção da qualidade da água foi realizada por meio de sifonagens e trocas parciais de água, de modo a manter os parâmetros físico-químicos controlados. Os peixes foram pesados e medidos para a obtenção dos dados de desempenho (ganho de peso, fator de condição corporal, índice hepatossomático e eficiência alimentar) e, após o abate, os filés foram submetidos a análises de composição centesimal, cor e perfil de ácidos graxos. Os resultados foram analisados estatisticamente para a verificação de diferença entre os tratamentos, adotando-se a significância de 5%. O desempenho produtivo e os dados indicativos da qualidade da carne foram equivalentes entre os tratamentos, demonstrando a possibilidade do uso desses coprodutos industriais na alimentação de tilápias.

Palavras-chave: acerola, ácidos graxos, composição centesimal, maçã, uva

3.2 Abstract

The worldwide search for quality food and less environmental impact is growing and fish farming in Brazil has been proving to be a good source of protein that meets these sustainability assumptions. The aim of this study was to evaluate fish performance and fillet quality of tilapia fed diets containing acerola, apple and grape bran, byproducts of the juice industry. The experiment had a completely randomized design consisting of four treatments and six replications. The treatments consisted of four experimental diets: RF – reference diet, without fruit meal, and three diets containing acerola (FA) or apple (FM) or grape (FU) bran in the proportion of 5% of dry matter. The fish were reared in a closed water recirculation system, receiving forced aeration and feeding in the proportion of 6% of the biomass per box, twice a day, for 45 days. Water quality maintenance was carried out by means of siphoning and partial water changes, in order to keep the physical-chemical parameters under control. The fish were weighed and measured to obtain performance data (weight gain, body condition factor, hepatosomatic index and feed efficiency) and, after slaughter, the fillets were subjected to analyzes of chemical composition, color and acid profile fatty. The results were statistically analyzed to verify differences between treatments, adopting a significance of 5%. Productive performance and meat quality data were equivalent between treatments, demonstrating the possibility of using these industrial co-products in tilapia feeding.

Keywords: acerola, apple, fatty acids, grape, meal, proximate composition

3.3 Introdução²

A piscicultura brasileira vem se desenvolvendo de forma robusta, com significativos avanços em termos de aumento da produção e profissionalização do setor e representa, hoje, a atividade de produção animal que mais cresce nos últimos anos, trabalhando com boas práticas, utilizando modernas tecnologias em genética, sanidade, nutrição e equipamentos (IBGE, 2019; CIAQUI, 2019). A produção de peixes de cultivo no Brasil teve aumento de 4,7% em 2021; comparado ao 2020 saiu de 802,930 para 841,005 toneladas.

A Tilápia representa 65,3% da piscicultura no Brasil, com produção de 534.005 toneladas no país, representando um aumento de 9,8% sobre o desempenho do ano anterior. Em 2021, a tilapicultura alcançou cerca de R\$ 8 bilhões em receita e gera, anualmente, mais de três milhões de empregos diretos e indiretos (Medeiros, 2022). Conhecida pela sua alta resistência e rusticidade, a Tilápia é o segundo peixe mais cultivado no mundo e sua produção quadriplicou em relação à última década (Prabu et al., 2019).

No ramo aquícola, as rações são responsáveis por grande parte dos custos de produção na piscicultura, uma vez que as fontes proteicas convencionais utilizadas em sua composição, têm custo elevado quando comparadas com algumas fontes alternativas. Uma possibilidade para baratear a produção na piscicultura é a utilização de alimentos não convencionais para formulação de rações (Pascoal et al., 2006).

No mesmo sentido, o Brasil destaca-se na produção e na comercialização de frutas (Almeida et al., 2014). O processamento das frutas, principalmente para

² Normas da Revista Brasileira de Zootecnia (Anexo A).

extração de polpa, gera alta quantidade de resíduos de alto valor funcional e nutricional, que muitas vezes não são descartados corretamente e o reaproveitamento desses resíduos para a alimentação animal permite unir a produtividade com a eficiência ambiental (Arvanitoyannis e Varzakas, 2008; Kosseva, 2009).

O objetivo deste trabalho de pesquisa foi estudar os efeitos da inclusão dos resíduos agroindustriais de frutas (maçã, acerola e uva) na dieta de Tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o desempenho dos peixes e a qualidade do filé.

3.4 Material e métodos

O trabalho foi realizado nas dependências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, campus de Araçatuba – SP. Os peixes foram oriundos de piscicultura comercial e os procedimentos adotados na criação, na insensibilização e no abate foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Unesp (CEUA/FOA 0143-2021 – Anexo B).

3.4.1 Desenho Experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e 6 repetições, em que tilápias com peso médio de $355,17 \pm 13,49$ g foram distribuídas em 24 caixas de 1.000 L de água, interligadas por meio de um sistema fechado de recirculação de água, contando com aeração forçada produzida por soprador e distribuída por pedras porosas.

A biomassa média inicial por caixa, em média com 12 peixes, foi de $4.174,58 \pm 361,92$ g. As dietas experimentais foram fornecidas na proporção de 6% da biomassa total da caixa (corrigida a cada ocorrência de mortalidade), divididas em duas vezes ao dia, durante 45 dias. Ao final do período experimental, quatro peixes de cada tratamento foram anestesiados com óleo de cravo para a tomada dos dados de desempenho e posteriormente abatidos por concussão cerebral e sangria.

Os tratamentos incluíram uma dieta basal de referência (RF) e três dietas experimentais, preparadas com a inclusão de 5% de farelos de acerola (FA) ou maçã (FM) ou uva (FU) à dieta basal. As rações experimentais isonutritivas foram formuladas de modo a atender aos requerimentos nutricionais para Tilápias reportados nas Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias (Pezzato et al., 2010) utilizando o software NUTRIMAX, versão 13.10 (<http://nutrimax.app.br>) (Tab. 1). O farelo de acerola foi obtido da empresa NIAGRO Nichirei Agrícola Ltda. e os farelos de maçã e uva foram obtidos da empresa MAIS FRUTA Ind. e Com. Ltda.

O manejo da qualidade da água das caixas incluiu limpeza por sifonagem duas vezes por semana e monitoramento dos parâmetros temperatura, pH, nitrito, amônia e oxigênio dissolvido, utilizando-se termômetro infravermelho e kits comerciais Labcon, duas vezes por semana (valores médios: temperatura $23,89 \pm 0,71$ °C; pH $7,17 \pm 0,04$; Nitrito $1,68 \pm 0,8$ ppm; Amônia $2,46 \pm 0,29$ ppm; Oxigênio Dissolvido $9,78 \pm 0,58$ ppm).

Tabela 1: Composição das dietas fornecidas aos peixes

Ingredientes	RF	FA	FM	FU
Milho moído	40,00%	37,00%	40,70%	37,00%
Farelo de soja	40,00%	40,00%	39,00%	40,00%
Farinha de carne e ossos	6,00%	7,80%	5,00%	7,80%
Farinha de vísceras	5,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Farelo de arroz integral	1,00%	0,20%	0,30%	0,20%
Óleo de soja	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%
Lisina	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%
Metionina	0,15%	0,15%	0,15%	0,15%
Treonina	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%
Triptofano	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%
Premix vitamínico mineral *	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
Vitamina C	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%
Farinha de acerola	0,00%	5,00%	0,00%	0,00%
Farinha de maçã	0,00%	0,00%	5,00%	0,00%
Farinha de uva	0,00%	0,00%	0,00%	5,00%
Nutrientes/energia - Valores calculados				
Energia digestível	3095	3100	3122	3100
Proteína bruta (%)	27,38	28,37	27,82	28,16
Energia digestível (%)	24,87	24,51	24,77	24,60
Arginina (%)	1,72	1,72	1,72	1,72
Lisina (%)	1,49	1,49	1,49	1,49
Metionina (%)	0,49	0,49	0,49	0,49
Treonina (%)	1,27	1,27	1,27	1,27
Triptofano (%)	0,30	0,30	0,30	0,30
Matéria Mineral (%)	6,63	6,63	6,63	6,63
Cálcio (%)	0,13	0,13	0,13	0,13
Fósforo (%)	0,37	0,37	0,37	0,37
Vitamina C (mg/kg)	608,40	608,40	608,40	608,40

RF = dieta referência; FA = dieta com farelo de acerola; FM = dieta com farelo de maçã; FU = dieta com farelo de uva. *Composição (mín.) por kg do produto - Ferro 20 mg/kg, Cobre 3.500 mg/kg, zinco 24 mg/kg, Manganês 10 mg/kg, Iodo 160 mg/kg, Selênio 100 mg/kg, Cobalto 80 mg/kg, Inositol 25 mg/kg, Vit. A 2.400.000 UI/kg, Vit. D3 600.000 UI/kg, Vit. E 30.000 IU/kg, Vit. C 60 mg/kg, Vit. B1 4.000 UI/kg, Vit. B2 4.000 mg/kg, Niacina 20 mg/kg, Vit. B6 3.500 mg/kg, Vit. B12 8.000 mg/kg, Ácido Fólico 1.200 mg/kg, Biotina 200 mg/kg, Ácido Pantotênico 10 mg/kg, Vitamina K3 3.000 mg/kg, Colina 100 mg/kg.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.2 Determinação do desempenho zootécnico

Os animais foram pesados e medidos no início e no final do experimento. O consumo de ração foi calculado com base na quantidade de ração fornecida. Os parâmetros ganho de peso (GP) fator de condição corporal (FC), índice hepatossomático (IH) e índice de eficiência alimentar (EA), foram calculados utilizando-se as seguintes equações:

$$\text{(Eq. 1) GP} = \text{Biomassa final (g)} - \text{Biomassa inicial (g)}$$

$$\text{(Eq. 2) FC} = [\text{Peso total (g)} \times (\text{comprimento total (cm)})^3] \times 100$$

$$\text{(Eq. 3) IH} = (\text{peso do fígado (g)} / \text{peso total (g)}) \times 100$$

$$\text{(Eq. 4) EA} = \text{ganho médio diário de peso (g)} / \text{consumo médio diário de ração (g)}$$

3.4.3 Composição centesimal e determinação de cor instrumental

Os filés foram removidos manualmente, triturados em processador de alimentos e submetidos às análises de umidade, por secagem a 105 °C, até peso constante; cinzas, por incineração em mufla, a 550 °C; proteínas, pelo método de micro Kjeldahl ($N \times 6,25$); e lipídeos, pelo método de Soxhlet, seguindo a metodologia descrita pela AOAC (2006).

A caracterização da cor dos filés foi realizada por meio das determinações dos atributos luminosidade (L), intensidade de verde- vermelho (a) e intensidade de azul- amarelo (b), em espectrofotômetro MiniScan XE Plus (HunterLab, Reston, VA, EUA) calibrado com padrões branco e preto, utilizando ângulo de observação de 10 ° e iluminante D65. Cada atributo de cor foi medido por três pulsos consecutivos do equipamento, o que originou um valor médio.

3.4.4 Determinação do perfil de ácidos graxos dos filés

Os ésteres metílicos de ácidos graxos (FAMES) foram analisados por cromatografia gasosa com detecção por ionização de chama (Perkin-Elmer Autosystem-1:A, Massachusetts, EUA). A separação dos ácidos graxos foi realizada em uma coluna capilar Omegawax™ 320 (30 m × 0,32 mm i.d., espessura de filme de 0,25 µm) com polietilenoglicol como fase estacionária (Supelco, Bellefonte, EUA). As amostras foram injetadas (1,0 µL) no modo de divisão em uma proporção de divisão de 1:50 com hélio como gás de arraste a um fluxo constante de 9 psi. As temperaturas do detector e do forno injetor foram fixadas em 255 °C e 250 °C, respectivamente. O perfil de temperatura do forno foi de 150 °C por 1 min, que aumentou 6 °C/min até 190 °C. A temperatura continuou a aumentar em 1 °C/min até 210 °C e manteve-se por 23 min. FAMES individuais foram identificados comparando seus tempos de retenção com os de uma mistura padrão de FAME. Os resultados foram expressos como uma porcentagem do FAMES total.

3.4.5 Análises estatísticas

Os dados de desempenho coletados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade e análises de variância. As diferenças entre as médias foram analisadas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). As análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico Jamovi, versão 2.2.5 (www.jamovi.org).

Os dados do perfil de ácidos graxos foram analisados usando Graphpad Prism v. 9.1. (Graphpad Software, La Jolla, Califórnia, EUA). A análise prévia da normalidade e homogeneidade de variância de todas as variáveis foi realizada por meio dos testes de Shapiro-Wilks e Barlett, respectivamente. Os dados foram

analisados por ANOVA de uma via, com dieta como efeito fixo e o teste de Tukey foi usado para comparação de médias ($p < 0,05$)

3.5 Resultados

3.5.1 Desempenho zootécnico

Não houve diferença estatística para ganho de peso, eficiência alimentar, fator de condição corporal e índice hepatossomático entre os peixes que receberam a dieta referência e os peixes que receberam as dietas com inclusão de resíduos de frutas, conforme apresentado na Tab. 2.

Tabela 2: Parâmetros de desempenho de tilápias alimentadas com dietas contendo coprodutos da indústria de sucos (médias $\pm$ desvio padrão)

Parâmetros	Dietas				P
	RF	FA	FM	FU	
Ganho em peso (g)	603,667 $\pm$ 196,280	656,167 $\pm$ 189,825	429,500 $\pm$ 79,178	432,500 $\pm$ 159,35	0,0507
Eficiência alimentar	0,0951 $\pm$ 0,0547	0,0948 $\pm$ 0,0283	0,0609 $\pm$ 0,0391	0,1075 $\pm$ 0,0464	0,31
Fator de condição corporal	4,744 $\pm$ 5,715	3,402 $\pm$ 0,488	3,437 $\pm$ 0,397	3,334 $\pm$ 0,364	0,0514
Índice hepatossomático	1,179 $\pm$ 0,403	1,156 $\pm$ 0,344	1,181 $\pm$ 0,369	1,275 $\pm$ 0,424	0,8796

RF = dieta referência; FA = dieta com 5% de farelo de acerola; FM = dieta com 5% farelo de maçã; FU = dieta com 5% de farelo de uva. Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha demonstram diferenças significativas pelo teste de Tukey (5%).

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.5.2 Composição centesimal

Houve variações na composição centesimal dos filés submetidos aos diferentes tratamentos, sendo mais notáveis as maiores concentrações de lipídeos nos filés dos peixes alimentados com todos os farelos de frutas e a maior

concentração de proteínas nos filés dos peixes que receberam farelo de uva na ração (Tab. 3).

Tabela 3 – Composição centesimal de filés de tilápias alimentadas com dietas contendo coprodutos da indústria de sucos (médias $\pm$ desvio padrão)

Parâmetros	Dietas				P
	RF	FA	FM	FU	
Umidade	77,90 $\pm$ 0,94 c	78,18 $\pm$ 0,93 bc	79,12 $\pm$ 1,21 a	78,78 $\pm$ 0,80 ab	< 0,001
Proteína	15,01 $\pm$ 1,4 a	15,67 $\pm$ 0,99 ab	14,85 $\pm$ 0,63 a	16,55 $\pm$ 0,31 b	< 0,001
Carboidratos	3,66 $\pm$ 1,24 a	1,76 $\pm$ 0,82 b	1,73 $\pm$ 0,80 b	0,57 $\pm$ 0,28 c	< 0,001
Lipídios	2,21 $\pm$ 0,38 b	3,17 $\pm$ 0,86 a	3,14 $\pm$ 0,56 a	2,83 $\pm$ 0,12 a	< 0,001
Cinzas	1,28 $\pm$ 0,14 b	1,23 $\pm$ 0,74 ab	1,17 $\pm$ 0,9 a	1,26 $\pm$ 0,06 b	0,003

RF = dieta referência; FA = dieta com 5% de farelo de acerola; FM = dieta com 5% de farelo de maçã; FU = dieta com 5% de farelo de uva. Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha demonstram diferenças significativas pelo teste de Tukey (5%).

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.5.3 Cor

Os atributos de cor não sofreram alteração em função da adição dos farelos de frutas nas rações da tilápias (Tab 4).

Tabela 4 - Parâmetros de cor dos filés de tilápias alimentadas com dietas contendo coprodutos da indústria de sucos (média $\pm$ desvio padrão)

Parâmetros	Dietas				P
	RF	FA	FM	FU	
Luminosidade (L)	55,17 $\pm$ 2,531	54,73 $\pm$ 1,743	58,09 $\pm$ 2,260	52,63 $\pm$ 4,499	0,100
Vermelho/Verde (a)	-1,13 $\pm$ 1,138	- 1,28 $\pm$ 1,105	- 1,67 $\pm$ 0,955	- 1,67 $\pm$ 0,413	0,712
Amarelo/Azul (b)	10,91 $\pm$ 0,679	10,73 $\pm$ 1,160	10,05 $\pm$ 1,883	11,06 $\pm$ 0,623	0,745

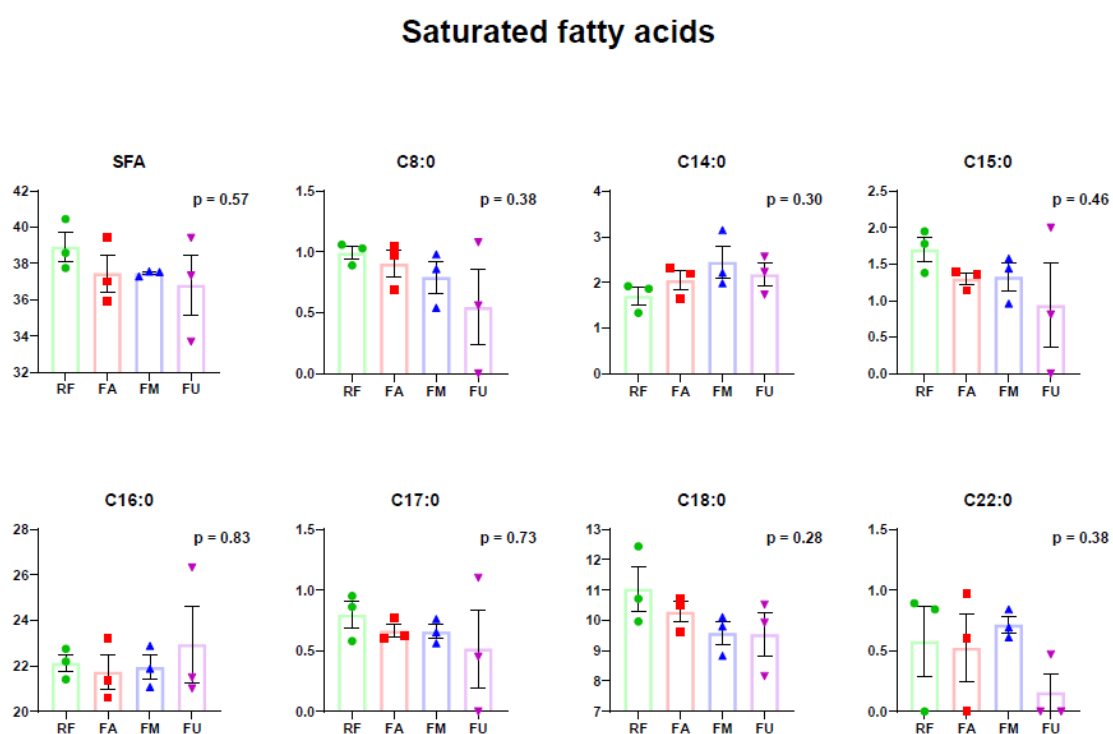
RF = dieta referência; FA = dieta com 5% de farelo de acerola; FM = dieta com 5% de farelo de maçã; FU = dieta com 5% de farelo de uva. Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha demonstram diferenças significativas pelo teste de Tukey (5%).

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.5.4 Perfil de ácidos graxos

Não foram observadas diferenças estatísticas no perfil de ácidos graxos dos filés de tilápia alimentados com coprodutos da indústria de sucos (Fig. 1, 2 e 3).

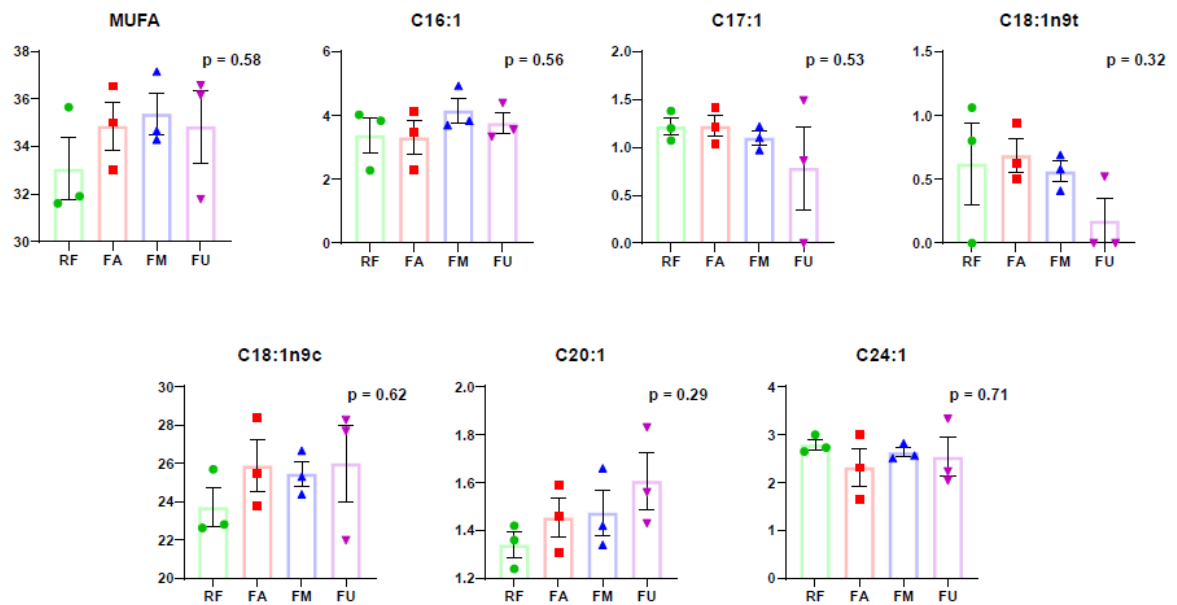
Figura 1 – Perfil de ácidos graxos saturados dos filés de tilápias alimentadas com dietas contendo coprodutos da indústria de sucos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2 – Perfil de ácidos graxos monoinsaturados dos filés de tilápias alimentadas com dietas contendo coprodutos da indústria de sucos

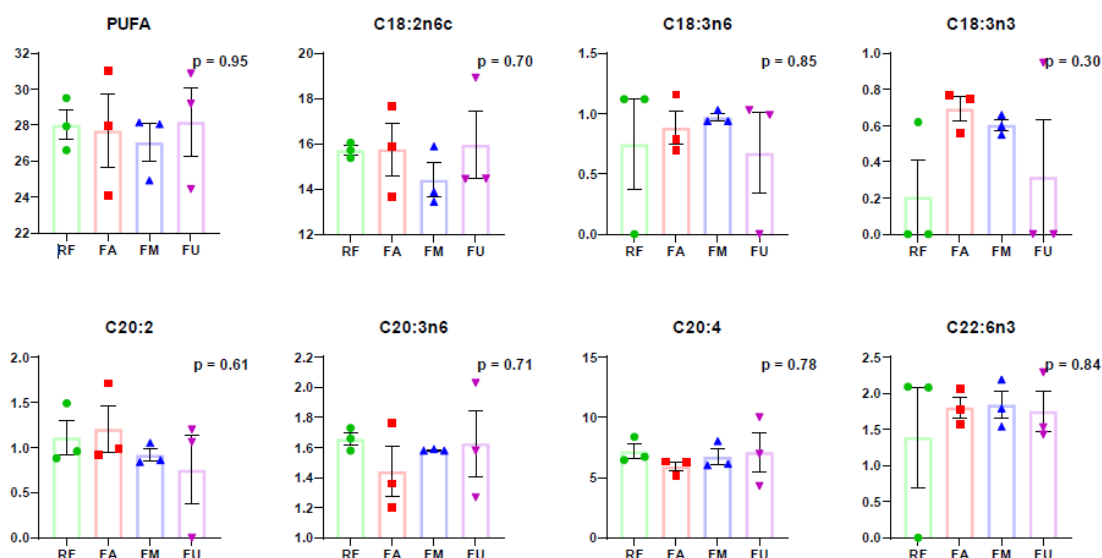
Monounsaturated fatty acids



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3 – Perfil de ácidos graxos poli-insaturados dos filés de tilápias alimentadas com dietas contendo coprodutos da indústria de sucos

Polyunsaturated fatty acids



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.6 Discussão

O fator de condição corporal é um bom indicador quantitativo do grau de bem-estar de peixes, utilizado em biologia pesqueira para avaliar as condições de alimentação, densidade populacional, clima e outras condições ambientais em que os peixes vivem (Gomiero e Braga, 2006). De acordo com Camara et al. (2011), um crescimento isométrico ($FC = 3,00$) sugere uma proporcionalidade entre peso e comprimento durante o crescimento, o que, teoricamente, é o ideal para peixes. Neste estudo, o crescimento foi do tipo alométrico positivo ($FC > 3,00$), caracterizando que as condições de criação foram favoráveis para o crescimento das Tilápias.

A eficiência alimentar (EA) permite avaliar se uma ração atende ou não às exigências nutricionais específicas do animal e para comparar as suas demandas relativas de manutenção e produção (Fornazari Neto et al., 2021). Assim, quanto maior a EA, maior a eficiência no uso da ração pelo animal (Davis et al., 2021). Aparentemente, o farelo de acerola diminuiu o aproveitamento da ração FA, porém, sem diferença estatística significativa em relação às outras rações. Dessa forma, pode-se dizer que as dietas foram igualmente eficientes para a produção de Tilápias em cativeiro, mostrando um resultado altamente promissor para o uso dos farelos de frutas.

Já o índice hepatossomático (IH) pode contribuir como um indicador fisiológico da utilização dos alimentos fornecidos para os peixes, evidenciando o crescimento hepático resultante das demandas metabólicas do animal. A elevação desse índice sugere a deposição lipídica no fígado por fatores metabólicos, como o aumento da gliconeogênese ou por fatores estressantes (Sanches et al., 2014). Os resultados de IH indicam que a inclusão dos farelos de frutas não influenciou o crescimento hepático.

Apenas os filés das tilápias alimentadas com farelo de uva apresentaram teor de proteína superior aos filés do grupo controle. Os demais coprodutos não provocaram alteração neste componente, o que está de acordo com a literatura que cita que o conteúdo de proteína na carne tende a variar pouco em animais saudáveis, exceto durante o período reprodutivo ou períodos de privação alimentar (Sanches et al., 2014), que não ocorreram durante o experimento.

Já a composição de lipídeos diferiu nos filés entre a dieta referência e os tratamentos contendo os coprodutos de frutas, o que pode estar ligado ao fato de que esses alimentos-teste têm em sua composição altos teores de FDN. Segundo

Brito et al., (2008), a presença de fibras na dieta aumenta a excreção de sais biliares, que têm ação detergente, permitindo a emulsificação ou a solubilização dos lipídeos no quimo presente no intestino e facilitando sua absorção e deposição nos tecidos (Baldisserotto, 2002).

Os indicadores físicos são ferramentas que auxiliam a obtenção de parâmetros de qualidade de pescado e, entre eles, está a cor (Pathare et al., 2013; Listrat et al., 2016). De uma forma geral, os consumidores buscam carne mais branca e luminosa, nos peixes de água doce (Duarte, 2017). Por isso, Barriviera et al. (2021), avaliaram os efeitos da substituição do óleo de soja por óleo de linhaça em dietas para tilápias e não observaram influência da fonte de óleo sobre a coloração dos filés, um resultado considerado positivo quando se avalia a substituição de ingredientes da dieta. Izquierdo et al. (2005), trabalhando com dourada (*Sparus aurata*), ao substituírem 80% do óleo de peixe por óleo de linhaça, observaram alterações na cor, porém não sendo percebida a olho nu, demonstrando que não houve efeito na coloração com a adição de óleo de linhaça na dieta.

Os peixes são um importante componente da nutrição humana e o benefício dessa matriz cárnea está altamente associado à qualidade de seu conteúdo lipídico, fonte de ácidos graxos poli-insaturados essenciais (PUFA), principalmente ácido eicosapentaenoico (EPA C20: 5 n3), ácido docosaexaenoico (DHA-C22:6 n3) e ácido linoleico (C18:2 n6) (Grandini et al., 2020). Os n3 PUFA, principalmente EPA e DHA, têm sido amplamente relatados como promotores de vários benefícios à saúde humana, especialmente no que diz respeito à prevenção de doenças cardiovasculares. Além disso, estudos recentes também sugeriram que a família n6 e seus metabólitos apresentam efeitos benéficos na saúde do sistema cardiovascular (Grandini et al., 2020).

Considerando a presença de ácidos graxos de todas as classes nos filés de tilápias alimentadas com os coprodutos de acerola, maçã e uva, pode-se esperar que seu consumo seja benéfico à saúde do consumidor.

3.7 Conclusão

Os farelos de acerola, maçã e uva incluídos nas dietas de Tilápias não afetaram os parâmetros produtivos, a cor e o perfil de ácidos graxos dos filés, contudo, apresentaram melhores teores de lipídeos dos filés.

3.8 Referências

- Almeida, JS; Santos Neto, LD; Paiva, KSL; Zaiden, RT; Silveira Neto, OJ e Bueno, CP. 2014. Utilização de subprodutos de frutas na alimentação animal. Revista eletrônica Nutritime 11:3430-3443.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 2006. Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists. 18^a ed. AOAC, Washington, DC.
- Arvanitoyannis, IS e Varzakas, TH. 2008. Fruit/Fruit juice waste management: treatment methods and potential uses of treated waste. p.579-628. In: Arvanitoyannis, IS. Waste Management for the food industries. Academic Press, Amsterdam.
- Baldisserotto, B 2002. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Editora da UFSM, Santa Maria.
- Barriviera, VR; Tsujii, KM; Santos, LD; Furuya, LB; Panaczewicz, PAP; Miranda, JAG; Marinho, MT e Furuya, WM. 2021. Substitution of soybean oil with linseed oil on growth performance, fatty acid profile and texture attributes in large Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* reared under cold suboptimal temperature. Aquaculture Research 52:5136-5145. <https://doi.org/10.1111/are.15381>
- Brito, MS; Oliveira, CFS; Silva, TRG; Lima, RB; Moraes, SN e Silva, JHV. 2008. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos: revisão. Acta Veterinaria Brasilica 2:111-117.
- Camara, EM; Caramaschi, EP e Petry, AC. 2011. Condition factor: conceptual foundations, applications and prospects for use in ecological research with fishes. Oecologia Australis 15:249-274.

CIAQUI - Centro de Inteligência e Mercado da Aquicultura. 2019. Comércio exterior – exportação. CIAQUI, Brasília, DF. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/cim-centro-de-inteligencia-e-mercado-em-aquicultura/comercio-exterior/exportacao>>. Acessado em: 28 de novembro de 2022.

Duarte, FOS. 2017. Caracterização da carne da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetida à dietas suplementadas com óleo de peixe. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Davis, RP; Boyd, CE e Davis, A. 2021, Resource sharing and sparing, understanding the role of production intensity and farm practices in resource use in shrimp aquaculture. *Ocean & Coastal Management* 207:e105595. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105595>.

Fornazari Neto, AF; Martins, CEN; Schwegler, E; Barcellos, JOJ e Barth, AL. 2021. Blood metabolites and fecal starch as indicators of feed efficiency of beef cattle in the feedlot. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 73:1260-1268. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12360>.

Gomiero, LM e Braga, FMS. 2006. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Brycon opalinus* (Pisces, Characiformes) no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 28:135-141.

Grandini, NA; França, TCJ; Santos, SHA; Mattos Júnior, A; Nogueira, TA; Almeida, KCL e Latini, JTP. 2020. A ação de suplementos de óleo de peixe no reparo tecidual de camundongos lesionados. *Brazilian Journal of Development*; 6:26130-26143.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. Pesquisa da pecuária municipal. IBGE, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 28 de outubro de 2022.

Izquierdo, MS; Robaina, L; Caballero, MJ; Roselund, G e Gines, R. 2005. Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period: recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. *Aquaculture* 250:431-444.

Kosseva, MR. 2009. Processing of food wastes. p.57-136. In: Taylor, S. *Advances in food and Nutrition research*. Academic Press, Burlington.

Listrat, A; Lebrete, B; Louveau, I; Astruc, T; Bonnete, M; Lefaucheur, L e Bugeon, J. 2016. How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. *The Scientific World Journal* 2016:e 3182746. <https://doi.org/10.1155/2016/3182746>.

Medeiros, F 2022. Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixe BR 2022. Associação Brasileira de Piscicultura, São Paulo.

Pascoal, LAF; Miranda, EC e Silva Filho, FP. 2006. O uso de ingredientes alternativos em dietas para peixes. *Revista Eletrônica Nutritime* 3:284-298.

Pathare, P; Opara, UL e Al-Said, FA. 2013. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and Bioprocess Technology* 6:36-60.

Prabu, E; Rajagopalsamy, CBT; Ahilan, B; Jeevagan, IJMA e Renuhadevi, M. 2019. Tilapia: an excellent candidate species for world aquaculture: a review. *Annual Research & Review in Biology* 31:1-14.
<https://doi.org/10.9734/arrb/2019/v31i330052>.

Sanches, EG; Silva, FC; Leite, JR; Silva, PKA; Kerber, CE e Santos, PA. 2014. A incorporação de óleo de peixe na dieta pode melhorar o desempenho da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*. *Boletim do Instituto de Pesca* 40:147-155.

APÊNDICE A – REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

ABMP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE MAÇÃ. **Anuário Brasileiro da Maçã 2019**. Fraiburgo, 2019. Disponível em <http://www.abpm.org.br/anuarios-da-maca>. Acesso em: 13 out. 2022.

ADAM, D. How far will global population rise? **Nature**, London, v. 597, p. 462-597, 23 Sep. 2021.

AGUIAR, T. M.; RODRIGUES, F. S.; SANTOS, E. R.; SABAASRUR, A. U. O. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 91-102, 2010.

ALBUQUERQUE, P. M.; KOCH, F.; TROSSINI, T. G.; ESPOSITO, E.; NINOW, J. L. Production of *Rhizopus oligosporus* protein by solid state fermentation of apple pomace. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 49, n. 5, p. 91-100, 2006.

ALMEIDA, J. S.; SANTOS NETO, L. D.; PAIVA, K. S. L.; ZAIDEN, R. T.; SILVEIRA NETO, O. J.; BUENO, C. P. Utilização de subprodutos de frutas na alimentação animal. **Revista eletrônica Nutritime**, Viçosa-MG, v. 11, n. 3, artigo 248, p. 3430-3443, 2014.

ANDERSON, S. Salmon color and the consumer. In: SHRIVER, A. L.; JOHNSTON, R. W. (Eds.). **Proceedings of the IIFET 2000**. Corvallis: Oregon State University, 2001.

ARAÚJO, K. O.; MONTES, A. C. R.; MARTINS, C. Z. ; MASTA, I. B. ; SILVA, P. B. ; BARROZO, M. A. S. Caracterização das sementes de acerola. In: JORNADA EM ENGENHARIA QUÍMICA, 19., 2014, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2014. 6 p.

AYROZA, D. M. M. R.; CARMO, F. J.; AYROZA, L. M. S. Panorama da piscicultura no Brasil: destaque para o potencial do Estado de São Paulo. **Casa da Agricultura**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 9-10, 2011.

BARROSO, D. D.; ARAÚJO, G. G. L.; SILVA, D. S.; MEDINA, F. T. Resíduo desidratado de vitivinícolas associado a diferentes fontes energéticas na alimentação de ovinos: consumo e digestibilidade aparente. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 767-773, 2006.

BELLAVER, C.; LUDKE, J. Considerações sobre os alimentos alternativos para dietas de suínos. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DOS NEGÓCIOS DA PECUÁRIA, 1., 2004, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: Federação de Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso, 2004.

BOLES, J. A.; PEGG, R. **Meat color**. Bozeman: Montana State University, Department of Animal and Range Sciences, 2017. 4 p. Disponível em: <http://www.cfs.purdue.edu/FN/fn453/meat%20color.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2022.

BORGHESI, R.; HISANO, H.; SUCASAS, L. F. A.; LIMA, L. K. F.; OETTERER, M. **Influência da Nutrição sobre a Qualidade do Pescado: especial referência aos ácidos graxos**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2013. 21 p.

BORGHETTI, J. R.; OSTRENSKY, A. Estratégias e ações governamentais para incentivar o crescimento da atividade aquícola no Brasil. *In*: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA, 1., 1998, Recife. **Anais...** Recife: SIMBRAq, 1998. p. 437-447.

BORGHETTI, N. R. B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. **Aquicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Curitiba: Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais, 2003. 128 p.

BORGES, A. L.; MATOS, A. P.; BARBOSA, D. H. S. G.; COELHO, E. F.; SASAKI, F. F. C.; OLIVEIRA, J. R. P.; FANCELLI, M.; FONSECA, N.; RITZINGER, R. **Boas práticas agrícolas para produção orgânica de acerola**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2022. 108 p. (Documentos, 253).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 81**, de 19 de dezembro de 2018. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/inspecao/produtosvegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-no-81-de-19-de-dezembro-de-2018.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2022.

BRITTO, A. C. P.; ROCHA, C. B.; TAVARES, R. A.; FERNANDES, J. M.; PIEDRAS, S. R. N.; POUEY, J. L. O. F. Rendimento corporal e composição química do filé da viola (*Loricariichthys anus*). **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 15, n. 1, p. 38-44, 2014.

BURGER, J.; GOCHFELD, M.; BATANG, Z.; ALIKUNHI, N.; AL-JAHDALI, R.; ALJEBREEN, D.; AZIZ, M. A. M.; AL-SUWAILEM, A. Fish consumption behavior and rates in native and non-native people in Saudi Arabia. **Environmental Research**, Maryland Heights, v. 133, p. 141-148, 2014.

CAETANO, A. C. S.; ARAUJO, C. R.; LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. I. S.; MELO, E. A. Evaluation of antioxidant activity of agro-industrial waste of acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) fruit extracts. **Food Science and Technology**, v. 31, n. 3, p. 769-775, 2011.

CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 22, n. 1, p. 141-164, 2012.

CASTELINI, F. R. **Farelo de acerola em programa de restrição alimentar para suínos pesados**. 114f. 2015. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2015.

CIAQUI - CENTRO DE INTELIGÊNCIA E MERCADO DA AQUICULTURA. **Comércio exterior – exportação**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cim-centro-de-inteligencia-e-mercado-em-aquicultura/comercio-exterior/exportacao>. Acesso em: 28 nov. 2022.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A. A piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, p. 68-87, 2010. Suplemento.

CALGARO, M.; BRAGA, M. B. (Eds.). **A cultura da acerola**. 3. ed. rev. e ampli. Brasília, DF: Embrapa, 2012. (Coleção Plantar, 69).

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Crops and livestock products**. Rome, 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 19 set. 2020.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Uma produção pesqueira e aquícola sem precedentes contribui decisivamente para a segurança alimentar global**. Rome, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/es/c/1585153/>. Acesso em: 28 dez. 2022.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture 2018: meeting the sustainable development goals**. Rome: FAO, 2018.

FRACALOSS, D. M.; CYRINO, J. E. P. **NUTRIAQUA**: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2013. 396 p.

GLENCROSS, B.; HAWKINS, W.; EVANS, D.; RUTHERFORD, N.; DODS, K.; MCCAFFERY, P.; SIPSAS, S. Evaluation of the influence of drying process on the nutritional value of lupin protein concentrates when fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 265, n. 1-4, p. 218-229, 2007.

GLENCROSS, B.; HIEN, T. T. T.; PHUONG, T. L.; CAM, T. U. A factorial approach to defining the energy and protein requirements of Tra Catfish, *Pangasianodon hypophthalmus*. **Aquaculture Nutrition**, London, v. 17, n. 2, p. 232-245, 2011.

GONÇALVES, L.U.; CYRINO, J.E.P. Digestibility of energy, lipids and fatty acids of vegetable oils and poultry fat by pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887). **Aquaculture Nutrition**, London, v.20, p.567-573, 2014.

GRIGORAKIS, K. Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: a review. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 272, n. 1-4, p. 55-75, 2007.

HORTIFRUTI BRASIL. **Anuário Brasileiro Horti & Fruti 2021-2022**: retrospectiva 2021 e perspectiva 2022. Piracicaba: CEPEA USP/ESALQ, 2022. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-hf-brasil-retrospectiva-2021-perspectiva-2022.aspx>. Acesso em: 20 de novembro de 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76215. Acesso em: 28 nov. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 28 out. 2022.

JUNQUEIRA, K. P.; PIO, R.; VALE, M. R.; RAMOS, J. D. **Cultura da acerola**. Lavras: UFLA, 2011.

LARRAURI, J. A.; RUPEREZ, P.; CALIXTO, F. S. Antioxidant activity of wine pomace. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 47, p. 369-372, 1996.

LOURENZANI, A. E. B. S.; LOURENZANI, W. L.; PINTO, L. B.; OGASAWARA, K. R. A cadeia produtiva da acerola na região Nova Alta Paulista. In: CONGRESSO DA SOBER, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SOBER, 2009.

LOUSADA JÚNIOR, J. E.; COSTA, J. M. C.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

MEDEIROS, F. (Coord.). **Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixe BR 2022**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2022.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira**: panorama 2010. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011. 4 p. (Comunicado Técnico, 111). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50360/1/cot111.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2021.

MENEZES D. R.; ARAÚJO, G. G. L.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; SILVA, T. M. Ingestão voluntária por ovinos submetidos a rações com co-produto de vitivinícolas desidratado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 1, p. 57-63, 2008.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M. Lipídios na alimentação de alevinos revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 566-573, 2002.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. p. 1328.

NÖRNBERG, J. L.; MELLO, R. O.; FOGAÇA, A.; DUTRA, L. C.; MEDEIROS, F. S. Características químico-bromatológicas de silagens de bagaço de uva. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, DC: The National Academies Press, 2011. 390 p.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília: Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais, 2008. 276 p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiania, Editora UFG, 2006. 624 p.

PASCOAL, L. A. F.; MIRANDA, E. C.; SILVA FILHO, F. P. O uso de ingredientes alternativos em dietas para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 3, n. 1, p. 284-298, jan./fev. 2006.

PEDROZA FILHO, M. X.; FLORES, R. M. V.; ROCHA, H. S.; SILVA, H. J. T.; SONODA, D. Y.; CARVALHO, V. P.; OLIVEIRA, L.; RODRIGUES, F. L. M. **O mercado de peixes da piscicultura no Brasil: estudo do segmento de supermercados**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2020.

PEDROZA FILHO, M. X.; ROUTLEDGE E. A. B. **Intensificação produtiva da aquicultura brasileira e novas demandas tecnológicas**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2016. (Nota técnica).

PEREIRA, C. T. M.; SILVA, C. R. P.; LIMA, A.; PEREIRA, D. M.; COSTA, C. N.; CAVALCANTE NETO, A. A. Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante in vitro da farinha de resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.). **Acta tecnológica**, Codó, v. 8, n. 2, p. 50-56, 2013.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; BOSCOLO, W. R.; CYRINO, J. E. P.; FURUYA, V. R. B.; FEIDEN, A. **Tabelas brasileiras para a nutrição de Tilápias**. Toledo: GFM, 2010.

PIRMOHAMMADI, R.; ROUZBEHAN, Y.; REZAYAZDI, K.; ZAHEDIFAR, M. Chemical composition, digestibility and in situ degradability of dried and ensiled apple pomace and maize silage. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 66, n. 1, p. 150-155, 2006.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A.; MELLO, L. M. R. **A vitivinicultura brasileira: realidade e perspectivas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 147 p.

RIBEIRO, P.A.P.; BRESSAN, M.C.; LOGATO, P.V.R.; GONÇALVES, A.C.S. Nutrição lipídica para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 4, n. 2, p. 436-455, 2007

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. Acerola. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 264, p.17-25, 2011.

RODEHUTSCORD, M.; GREGUS, Z.; PFEFFER, E. Effect of phosphorus intake on faecal and non-faecal phosphorus excretion in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the consequences for comparative phosphorus availability studies. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 188, n. 3-4, p. 383-398, 2000.

SANTOS, A. B.; MELO, J. F. B.; LOPES, P. R. S.; MALGARIM, M. B. Composição química e rendimento do filé da Traíra (*Hoplias malabaricus*). **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 7, n. 1, p. 33-39, 2000.

SEBRAE MERCADOS. **O cultivo e o mercado da maçã**. [S.l.]: Sebrae Respostas, 2014. Disponível em: <https://respostas.sebrae.com.br/cultivo-e-mercado-da-maca/>. Acesso em: 14 out. 2022.

SCHMIDT, L.; BIZZI, C. A.; DUARTE, F. A.; MULLER, E. I.; KRUPP, E.; FELDMANN, J.; FLORES, E. M. M. Evaluation of Hg species after culinary treatments of fish. **Food Control**, Oxford, v. 47, n. 1, p. 413-419, 2015.

SILVA, L. M. L. R. Caracterização dos subprodutos da vinificação. **Revista Millenium**, Viseu, n. 28, p. 123-133, 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.19/594>. Acesso em: 27 maio 2022.

SOHN, J. H.; OHSHIMA, T. Control of lipid oxidation and meat color deterioration in skipjack tuna muscle during ice storage. **Fisheries Science**, Tokyo, v. 76, n. 4, p. 703-710, 2010.

SOUZA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

SUDHA, M. L.; BASKARAN, V.; LEELAVATHI, K. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 104, n. 2, p. 686-692, 2007.

TIDWELL, J. H.; COYLE, S.; BRIGHT, L. A. Effects of different types of dietary lipids on growth and fatty acid composition of largemouth bass. **North American Journal of Aquaculture**, Hoboken, v. 69, n. 3, p. 257-264, 2007.

TORELLI, J. E. R.; OLIVEIRA, E. G.; HIPOLITO, M. L.; RIBEIRO, L. L. Uso de resíduos agro-industriais na alimentação de peixes em sistema de policultivo. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, São Luiz, v. 5, n. 3, 15 p. 2010.

TORSTENSEN, B. E.; BELL, J. G.; ROSENLUND, G.; HENDERSON, R. J.; GRAFF, I. E.; TOCHER, D. T.; LIE, O.; SARGENT, J. R. Tailoring of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) flesh lipid composition and sensory quality by replacing fish oil with a vegetable oil blend. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 26, p. 10166-10178, 2005.

VALENTI, W. C.; BARROS, H. P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G. W.; CAVALLI, R. O. Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, v. 19, article 100611, 18 p., 2021.

VENDRUSCOLO, F.; ALBUQUERQUE, P.; STREIT, F.; ESPOSITO, E.; NINOW, J. L. Apple pomace: a versatile substrate for biotechnological applications. **Critical Reviews in Biotechnology**, Boca Raton, v. 28, n. 1, 12 p., 2008.

VISENTAINER, J. V.; SALDANHA, T.; BRAGAGNOLO, N.; FRANCO, M. R. B. Relação entre teores de colesterol em filés de Tilápias e níveis de óleo de linhaça na ração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 310-314, 2005.

VILLAS BÔAS, S. G. **Conversão do bagaço de maçã por *Cândida utilis* e *Pleurotus ostreatus* visando a produção de suplemento animal**. 126 f. 2001. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

WATANABE, T.; TAKEUCHI, T.T.; SATOH, S.; KIRON, V. Digestive crude protein contents in various feedstuffs determined with four freshwater fish species. **Fisheries Science**, Tokyo, v. 62, n. 2, p. 278-282, 1996.

YARNPAKDEE, S.; BENJAKUL, S.; PENJAMRAS, P.; KRISTINSSON, G. H. Chemical compositions and muddy flavour/odour of protein hydrolysate from Nile tilapia and broadhead catfish mince and protein isolate. **Food Chemistry**, Barking, v. 142, p. 210-216, 2014.

ZEOLA, N. M. B. L. Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 26, n. 304, p. 36-56, 2002.

ANEXO A – NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA

Scope and editorial policies

The **Revista Brasileira de Zootecnia** (RBZ; Brazilian Journal of Animal Science) encompasses all fields of Animal Science Research. The RBZ publishes original scientific articles in the areas of Aquaculture, Biometeorology and Animal Welfare, Forage Crops and Grasslands, Animal and Forage Plants Breeding and Genetics, Animal Reproduction, Ruminant and Non-Ruminant Nutrition, and Animal Production Systems and Agribusiness.

Open access and peer review

The RBZ is sponsored by the Brazilian Society of Animal Science, which provides readers or their institutions with open access to peer-reviewed articles published online by RBZ. Users have the right to read, download, copy, distribute, print, search, or link to the full texts of articles. Revista Brasileira de Zootecnia is included in the Directory of Open Access Journals (DOAJ).

All the contents of this journal, except where otherwise noted, are licensed under a Creative Commons attribution-type BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

A peer-review system is exerted on manuscripts sent for appreciation to maintain standards of quality, improve performance, and provide credibility. We use the double-blind style of reviewing by concealing the identity of the authors from the reviewers, and vice versa. Communication with authors should only be through the Scientific Editor (named as Editor-in-chief). Authors are given the chance to designate names to be considered by the Editor-in-chief as opposed reviewers. Reviewers should notify the editor about conflicts of interest (either positive or negative) that may compromise their ability to provide a fair and an unbiased review.

Assurance of contents form

When submitting a manuscript for review, authors should make sure that the results of the work are original, and that the total or partial content of the manuscript, regardless of the language, has not been/is not being considered for publication in any other scientific journal. Additionally, the authors assure that if they have used the work and/or words of others this has been appropriately cited or quoted warranting absence of plagiarism, which constitutes unethical publishing behavior.

Papers already published or that have been submitted to any other journal will not be accepted. Fractioned or subdivided studies should be submitted together because they will be assigned to the same reviewers.

The content of the articles published by Revista Brasileira de Zootecnia is of sole responsibility of their authors.

After completing the submission of the manuscript by using the Manuscript Central™ online system, the corresponding author will be asked to e-mail the file

named Assurance of Contents form and will be responsible for stating the information required in the document regarding the manuscript and all coauthors. A template with the same name has been already prepared by the Brazilian Society of Animal Science and can be downloaded [here](#).

The original text of the template must not be altered but only completed with the necessary information. The corresponding author must fill it out properly, sign it manually, initial all pages, scan and email it to RBZ's office (secretariarbz@sbz.org.br) confirming all authors' participation in the manuscript.

The manuscript will not be considered for peer reviewing without this form. The deadline will be set allowing a period of 15 days for delivery of forms after which the editorial office will act by withdrawing the manuscript.

Language

Submissions will only be accepted in the English language (either American or British spelling). The editorial board of RBZ reserves the right to demand that authors revise the translation or to cancel the processing of the manuscript if the English version submitted contains errors of spelling, punctuation, grammar, terminology, jargons or semantics that can either compromise good understanding or not follow the Journal's standards. It is strongly recommended that the translation process be performed by a professional experienced in scientific writing familiar with Animal Science, preferably a native speaker of English.

Publication costs

Publication fee

Revista Brasileira de Zootecnia adopts an Open Access policy and OA articles are freely accessible through the journal's website at <https://www.rbz.org.br> and at SciELO (<https://www.scielo.br/j/rbz/>) at the time of publication.

The current article publication fee in the journal is of R\$ 215.00 (Two hundred and fifteen reals and no cents) per page if at least one author is a member of the SBZ. The member must be the first author or the corresponding author of the manuscript. If no authors are SBZ members, the publication fee is of R\$ 323.00 (Three hundred and twenty-three reals and no cents) per journal page. The Real is the present-day currency of Brazil. Its sign is R\$.

Care and use of animals

Revista Brasileira de Zootecnia is committed to the highest ethical standards of animal care and use. Research presented in manuscripts reporting the use of animals must guarantee to have been conducted in accordance with applicable federal, state, and local laws, regulations, and policies governing the care and use of animals. The author should ensure that the manuscript contains a statement that all procedures were performed in compliance with relevant laws and institutional guidelines and, whenever pertinent, that the appropriate institutional committee(s) has approved them before commencement of the study.

Types of articles

- **Full-length research article:** A full-length research paper provides a complete account of the experimental work. The text should represent the

research process and foster its cohesive understanding and a coherent explanation regarding all the experimental procedures and results and must provide the minimal information necessary for an independent reproduction of the research.

- **Short communication:** A succinct account of the final results of an experimental work, which has full justification for publication, although with a volume of information which is not sufficient to be considered a full-length research article. The results used as the basis to prepare the short communication cannot be used subsequently, neither partially nor wholly, for the presentation of a full-length article.
- **Technical note:** An evaluation report or proposition of a method, procedure or technique that correlates with the scope of RBZ. Whenever possible, one should show the advantages and disadvantages of the new method, procedure or technique proposed, as well as its comparison with those previously or currently employed, presenting the proper scientific rigor in analysis, comparison, and discussion of results.
- **Board-invited reviews:** An approach that represents state-of-the-art or critical view of issues of interest and relevance to the scientific community. It can only be submitted by invitation of the editorial board of RBZ. The invited reviews will be subjected to the peer-review process.
- **Editorial:** Notes to clarify and establish technical guidelines and/or philosophy for designing and making of articles to be submitted and evaluated by RBZ. The editorials will be drafted by or at the invitation of the editorial board of RBZ.

Guidelines to prepare the manuscript

Structure of a full-length research article

Figures, Tables, and Acknowledgments should be sent as separated files and not as part of the body of the manuscript.

The article is divided into sections with numbered headings, in bold and aligned to the left, in the following order: 1. Introduction, 2. Material and Methods, 3. Results, 4. Discussion, and 5. Conclusions. The sections Acknowledgments (optional) and References should not be numbered. The Material and Methods, Results, and Discussion sections can contain subsections, which will be defined by authors if they find it convenient for helping readability making it clear, accurate, and concise.

Manuscript format

The text should be typed by using Cambria font at 12 points, double-space (except for Abstract and Tables, which should be set at 1.5 space), and top, bottom, left, and right margins of 2.5, 2.5, 3.5, and 2.5 cm, respectively, with numbered lines. The file must be edited by using Microsoft Word® software.

Title

The title should be precise and informative, with no more than 20 words. It should be typed in bold and centered as the example: Nutritional value of sugar cane for ruminants.

Authors

The name and institutions of authors will be requested at the submission process; therefore they should not be presented in the body of the manuscript. Please see the topic Guidelines to submit the manuscript for details.

The list of authors must contain all authors' full name with no initials, current e-mail address, and complete information about their affiliation. This list must follow the same authorship order presented in the Assurance of Contents form.

Spurious and "ghost" authorships constitute an unethical behavior. Collaborative inputs, hand labor, and other types of work that do not imply intellectual contribution may be mentioned in the Acknowledgments section.

All authors must have their ORCID linked to the ScholarOne system account at the time of manuscript submission.

Revista Brasileira de Zootecnia, for the sake of clarity, transparency, and to give authors the credit they deserve, is now including an Author Contributions section in all primary research paper issued. We endorse the Project CRediT taxonomy of contributor roles which is available at <https://casrai.org/credit/>.

The RBZ editorial office will require that the corresponding author disclose the statement at the time of manuscript submission describing the roles exerted by each contributor as follows:

#	Role	Definition
1	Conceptualization	Ideas; formulation or evolution of overarching research goals and aim.
2	Data curation	Management activities to annotate (produce metadata), scrub data and maintain research data (including software code, where it is necessary for interpreting the data itself) for initial use and later re-use.
3	Formal analysis	Application of statistical, mathematical, computational, or other formal techniques to analyse or synthesize study data.
4	Funding acquisition	Acquisition of the financial support for the project leading to this publication.
5	Investigation	Conducting a research and investigation process, specifically performing the experiments, or data/evidence collection.

6	Methodology	Development or design of methodology; creation of models.
7	Project administration	Management and coordination responsibility for the research activity planning and execution.
8	Resources	Provision of study materials, reagents, materials, patients, laboratory samples, animals, instrumentation, computing resources, or other analysis tools.
9	Software	Programming, software development; designing computer programs; implementation of the computer code and supporting algorithms; testing of existing code components.
10	Supervision	Oversight and leadership responsibility for the research activity planning and execution, including mentorship external to the core team.
11	Validation	Verification, whether as a part of the activity or separate, of the overall replication/reproducibility of results/experiments and other research outputs.
12	Visualization	Preparation, creation and/or presentation of the published work, specifically visualization/data presentation.
13	Writing – original draft	Preparation, creation and/or presentation of the published work, specifically writing the initial draft (including substantive translation).
14	Writing – review & editing	Preparation, creation and/or presentation of the published work by those from the original research group, specifically critical review, commentary or revision – including pre- or post-publication stages.

Abstract

The abstract should contain no more than 1,800 characters including spaces in a single paragraph. The information in the abstract must be precise. Extensive abstracts will be returned to be adequate with the guidelines.

The abstract should summarize the objective, material and methods, results and conclusions. It should not contain any introduction. References are never cited in the abstract.

The text should be justified and typed at 1.5 space and come at the beginning of the manuscript with the word ABSTRACT capitalized, and initiated at 1.0 cm from the left margin. To avoid redundancy the presentation of significance levels of probability is not allowed in this section.

Keywords

At the end of the abstract, list a minimum of three and no more than six keywords (which must not be in the title), set off by commas and presented in alphabetical order. They should be elaborated so that the article is quickly found in bibliographical research. The keywords should be justified and typed in lowercase. There must be no period mark after keywords.

Introduction

The introduction should not exceed 2,500 characters with spaces, briefly summarizing the context of the subject, the justifications for the research and its objectives; otherwise it will be rerouted for adaptation. Discussion based on references to support a specific concept should be avoided in the introduction.

Inferences on results obtained should be presented in the Discussion section.

Material and Methods

Whenever applicable, describe at the beginning of the section that the work was conducted in accordance with ethical standards and approved by the Ethics and Biosafety Committee of the institution. Provide the ethics committee number as follows: "Research on animals was conducted according to the institutional committee on animal use (case number)".

As for the location of the experiment, it should contain city, state, country, and geographical coordinates (latitude, longitude, elevation). Names of universities, laboratories, farms or any other institutions must not be mentioned.

A clear description on the specific original reference is required for biological, analytical and statistical procedures. Any modifications in those procedures must be explained in detail.

The presentation of the statistical model as a separate sentence and a numbered equation is mandatory whenever the research is about designed experiments, observational studies, or survey studies. All terms, assumptions, and fitting procedures must be fully described to allow readers for a correct identification of the experimental unit and how the model was fitted.

We strongly recommend the use of Greek lowercase letters for fixed effects and Latin lowercase letters for variables and random effects for the sake of notation standardization.

Mathematical formulas and equations must be inserted in the text as an object and by using Microsoft Equation or a similar tool. All mathematical formulas, including the statistical model(s), must be numbered.

Results

The author must write two sections by separating results and discussion. In the Results section, sufficient data, with means and some measure of uncertainty (standard error, coefficient of variation, confidence intervals, etc.) are mandatory, to provide the reader with the power to interpret the results of the experiment and make his own judgment. The additional guidelines for styles and units of RBZ should be checked for the correct understanding of the exposure of results in tables. The Results section cannot contain references.

Discussion

In the Discussion section, the author should discuss the results clearly and concisely and integrate the findings with the literature published to provide the reader with a broad base on which they will accept or reject the author's hypothesis.

Loose paragraphs and references presenting weak relationship with the problem being discussed must be avoided. Neither speculative ideas nor propositions about the hypothesis or hypotheses under study are encouraged.

Conclusions

Be absolutely certain that this section highlights what is new and the strongest and most important inferences that can be drawn from your observations. Include the broader implications of your results. The conclusions are stated by using the present tense. Do not present results in the conclusions, except when they are strictly important for the generalization.

Acknowledgments

This section is optional and must not be included in the body of the manuscript; instead, a separate file named "Acknowledgments" should be uploaded as "supplemental file NOT for review". This procedure helps RBZ to conceal the identity of authors from the reviewers.

Use of abbreviations and acronyms

Author-created abbreviations and acronyms should be defined at first use in the abstract, and again in the body of the manuscript, and in each table and figure in which they are used.

The use of author-created abbreviations and acronyms should be avoided, as for instance: "T3 was higher than T4, which did not differ from T5 and T6". This type of writing is appropriate for the author, but of complex understanding by the readers, and characterizes a verbose and imprecise writing.

Tables and Figures

It is essential that tables be built by option “Insert Table” in distinct cells, on Microsoft Word® menu. No tables with values separated by the ENTER key or pasted as figure will be accepted. Tables and figures prepared by other means will be rerouted to author for adequacy to the journal guidelines.

Tables and figures should be numbered sequentially in Arabic numerals, presented in two separate editable files to be uploaded (one for the tables and one for the figures), and must not appear in the body of the manuscript. They may be uploaded separately and in a higher number of files if the size of the files hampers the upload.

The title of the tables and figures should be short and informative, and the descriptions of the variables in the body of the table should be avoided.

In the graphs, designations of the variables on the X and Y axes should have their initials in capital letters and the units in parentheses.

Non-original figures, i.e., figures published elsewhere, are only allowed to be published in RBZ with the express written consent of the publisher or copyright owner. It should contain, after the title, the source from where they were extracted, which must be cited.

The units and font (Cambria) in the body of the figures and tables should be standardized.

The curves must be identified in the figure itself. Excessive information that compromises the understanding of the graph should be avoided.

Use contrasting markers such as circles, crosses, squares, triangles or diamonds (full or empty) to represent points of curves in the graph.

Figures should be built by using Microsoft Excel® to allow corrections during copy-editing, and uploaded as a separate editable Microsoft Word® file, named “Figures” during submission. Use lines with at least 3/4 width. Figures should be sent without any 3-D or shade effects and bold effect.

The decimal numbers presented within the tables and figures must contain a point, not a comma mark.

References

Reference and citations should follow the Name and Year System (Author-date).

Citations in the text

The author’s citations in the text are in lowercase, followed by year of publication. In the case of two authors, use ‘and’; in the case of three or more authors, cite only the surname of the first author, followed by the abbreviation et al.

Examples:

Single author: Silva (2009) or (Silva, 2009)

Two authors: Silva and Queiroz (2002) or (Silva and Queiroz, 2002)

Three or more authors: Lima et al. (2001) or (Lima et al., 2001)

The references should be arranged chronologically and then alphabetically within a year, using a semicolon (;) to separate multiple citations within parentheses, e.g.: (Carvalho, 1985; Britto, 1998; Carvalho et al., 2001).

Two or more publications by the same author or group of authors in the same year shall be differentiated by adding lowercase letters after the date, e.g., (Silva, 2004a,b).

Personal communication can only be used if strictly necessary for the development or understanding of the study. Therefore, it is not part of the reference list, so it is placed only as a footnote. The author's last name and first and middle initials, followed by the phrase "personal communication", the date of notification, name, state and country of the institution to which the author is bound.

References section

References should be written in alphabetical order of surname of author(s), and then chronologically.

All authors' names must appear in the References section.

Each author is indicated by their last name followed by initials. Initials should be followed by period (.) and a space; the authors should be separated by semicolons, except for the last author that is preceded by the word 'and'.

e.g.: Casaccia, J. L.; Pires, C. C. and Restle, J.

Surnames with indications of relatedness (Filho, Jr., Neto, Sobrinho, etc.) should be spelled out after the last name (e.g., Silva Sobrinho, J.).

As in text citations, multiple citations of same author or group of authors in the same year shall be differentiated by adding lowercase letters after the date.

In the case of homonyms of cities, add the name of the state and country (e.g., Gainesville, FL, EUA; Gainesville, VA, EUA).

Sample references are given below.

Articles

The journal name should be written in full. Articles should be cited along with their DOI.

In order to standardize this type of reference, it is not necessary to quote the website, only volume, page range, year and DOI. Do not use a comma (,) to separate journal title from its volume; separate periodical volume from page numbers with a colon (:).

Miotto, F. R. C.; Restle, J.; Neiva, J. N. M.; Castro, K. J.; Sousa, L. F.; Silva, R. O.; Freitas, B. B. and Leão, J. P. 2013. Replacement of corn by babassu mesocarp bran in diets for feedlot young bulls. *Revista Brasileira de Zootecnia* 42:213-219. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000300009>

Article with document number in place of pagination:

Marçal, D. A.; Kiefer, C.; Nascimento, K M. R. S.; Bonin, M. N.; Corassa, A.; Alencar, S. A. S.; Santos, A. P. and Rodrigues, G. P. R. 2018. Dietary net energy plans for barrows from 25 to 100 kg body weight. *Revista Brasileira de Zootecnia* 47:e20180038. <https://doi.org/10.1590/rbz4720180038>

Articles accepted for publication should preferably be cited along with their DOI.

Fukushima, R. S. and Kerley, M. S. 2011. Use of lignin extracted from different plant sources as standards in the spectrophotometric acetyl bromide lignin method. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, <https://doi.org/10.1021/jf104826n> (in press).

Books

If the entity is regarded as the author, the abbreviation should be written first accompanied by the corporate body name written in full.

In the text, the author must cite the method utilized, followed by only the abbreviation of the institution and year of publication. e.g.: "...were used to determine the mineral content of the samples (method number 924.05; AOAC, 1990)".

AOAC – Association of Official Analytical Chemistry. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. AOAC International, Arlington, VA.

Newmann, A. L. and Snapp, R. R. 1997. Beef cattle. 7th ed. John Wiley, New York.

Book chapters

The essential elements are: author (s), year, title and subtitle (if any), followed by the expression "In", and the full reference as a whole. Inform the page range after citing the title of the chapter.

Lindhal, I. L. 1974. Nutrición y alimentación de las cabras. p.425-434. In: Fisiología digestiva y nutrición de los ruminantes. 3rd ed. Church, D. C., ed. Acríbia, Zaragoza.

Theses and dissertations

It is recommended not to mention theses and dissertations as reference but always to look for articles published in peer-reviewed indexed journals. Exceptionally, if necessary to cite a thesis or dissertation, please indicate the following elements: author, year, title, grade, university and location.

Castro, F. B. 1989. Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado em bovinos. Dissertação (M.Sc.). Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Bulletins and reports

The essential elements are: Author(s), year of publication, title, name of bulletin or report followed by the issue number, then the publisher and the city.

Goering, H. K. and Van Soest, P. J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agriculture Handbook No. 379. ARS-USDA, Washington, D.C., USA.

Conferences, meetings, seminars, etc.

Quote a minimal work published as an abstract, always seeking to reference articles published in journals indexed in full.

Casaccia, J. L.; Pires, C. C. and Restle, J. 1993. Confinamento de bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. p.468. In: Anais da 30^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Rio de Janeiro.

Weiss, W. P. 1999. Energy prediction equations for ruminant feeds. p.176-185. In: Proceedings of the 61th Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Cornell University, Ithaca.

Article and/or materials in electronic media

In the citation of bibliographic material obtained by the Internet, the author should always try to use signed articles, and also it is up to the author to decide which sources actually have credibility and reliability.

In the case of research consulted online, inform the address, which should be presented between the signs < >, preceded by the words "Available at:" and the date of access to the document, preceded by the words "Accessed on:".

Rebollar, P. G. and Blas, C. 2002. Digestión de la soja integral en rumiantes. Available at: <http://www.ussoymeal.org/ruminant_s.pdf>. Accessed on: Oct. 28, 2002.

Quotes on statistical software

The RBZ does not recommend bibliographic citation of software applied to statistical analysis. The use of programs must be informed in the text in the proper section, Material and Methods, including the specific procedure, the name of the software, its version and/or release year.

"... statistical procedures were performed using the MIXED procedure of SAS (Statistical Analysis System, version 9.2.)"

An exception is for software R packages, example:

R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Structure of the article for short communication and technical note

The presentation of the title should be preceded by the indication of the type of manuscript whether it is a short communication or a technical note, which must be centered and bold.

The structures of short communications and technical notes will follow guidelines set up for full-length papers, limited, however, to 14 pages as the maximum tolerated for the manuscript.

Publishing fees applied to communications and technical notes are the same for full-length papers.

Additional guidelines for units

The Editorial Board recommends authors to follow the International System of Units – SI (<https://physics.nist.gov/cuu/Units>).

Additional guidelines for style and units – Abbreviation

Guidelines to submit the manuscript

The Manuscript Central™ online system

The editorial office of Revista Brasileira de Zootecnia uses an online system, The Manuscript Central™, to manage the submission and peer review the manuscripts. Manuscript Central™ is a product of the ScholarOne® platform of Clarivate Analytics (<http://scholarone.com/>).

Manuscripts are submitted online by accessing either the Journal page (<https://www.rbz.org.br>) or by using the portal of the Scientific Electronic Library, SciELO at <http://www.scielo.br/rbz>. By doing so, author will find a logo of Manuscript Central™, <http://mc04.manuscriptcentral.com/rbz-scielo>.

User can access the author quick start guide by clicking the link in the top right corner of the page named Get Help Now.

Those who are not registered must proceed by Creating an Account. The RBZ allows their users to create their own accounts. You will see a Create Account link in the top right corner of the page. Follow the step-by-step instructions for creating your account. To keep your account information current, use the Edit Account link in the upper right corner (Create Account changes to Edit Account after your account is created). You can also change your User ID and password here.

Please retain your new password information. Manuscript Central will not send your password via e-mail. After completing the registration process, the user will be notified by e-mail and immediately will have the access to the author center and then submit a manuscript, if is the case.

Manuscript files

In step 2 (File Upload) of the submission process, the corresponding author will upload the manuscript files (main document, tables, and/or figures) separately.

Acknowledgments and title page should be marked as “Supplemental file NOT for review”.

The title page should contain the title of the manuscript, the authorship exactly as it is in the ScholarOne system, and the authors’ affiliation. Make sure all authors (in the correct authorship order) and their affiliations are listed correctly. Double check the spelling of every author’s name. The institutional affiliations must be presented in descending order (example: University, Department, city, country) and in full name; acronyms and abbreviations should not be used. Finally, point out the corresponding author with an asterisk and inform his/her e-mail address. Our editing team uses this document as reference to insert the authorship in the manuscript proof. Submit it in editable format of Word (.doc or .docx).

Authorship

Prior to submission, make sure that all authors are already registered in ScholarOne system. Authors’ names, institutions, and contributions will be inserted in step 4 (Authors & Institutions) of the submission process; therefore, this information should not be presented in the body of the manuscript. Manuscript Central™ will help the corresponding author to check whether an author already exists in the journal’s database, just by entering the author’s e-mail address and clicking “Search”. Make sure you have the correct e-mail address of the authors. When the author is already registered, his/her information will appear. Click on the “Add author” button to add.

The cover letter

It is expected that the corresponding author writes a letter that explains the reasons why the editor would want to publish your manuscript.

See an example of what should go in this letter:

- Inform the title of the manuscript and the last name of the author;
- Primarily it is important to emblazon the relevance of the subject studied in a concise manner.
- If there is any novelty on your work, please report this to the editor. It is also important to stress the originality of the research, if it is the case.
- What is the main finding of the study?
- Additional results but less relevant shall be mentioned then.
- What is the implication of the findings of the study?
- Inform the editor if there is any patent related to your study.
- If any part of this study has already been published, tell the editor that this is the case of preliminary result, or only partial. Also inform the location, the event and the date of such publication. Otherwise, state that this is an original study that has not been published either in part or as a whole.

The Cover letter file should be uploaded in step 6 (Details & Comments) of the submission.

ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



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 - Ethos Committee on the Use of Animals

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de Pesquisa intitulado "Resíduos agroindustriais na alimentação de peixes – feitos sobre a saúde animal e a qualidade da carne", Processo FOA nº 0143-2021, sob responsabilidade de Elisa Helena Giglio Ponsano apresenta um protocolo experimental de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal e sua execução foi aprovada pela CEUA em 29 de Abril de 2021.

VALIDADE DESTE CERTIFICADO: 24 de Dezembro de 2021.

DATA DA SUBMISSÃO DO RELATÓRIO FINAL: até 24 de Janeiro de 2022.

CERTIFICATE

We certify that the study entitled "Agro-industrial residues in fish feed – effects on animal health and meat quality", Protocol FOA nº 0143-2021, under the supervision of Elisa Helena Giglio Ponsano presents an experimental protocol in accordance with the Ethical Principles of Animal Experimentation and its implementation was approved by CEUA on April 29, 2021.

VALIDITY OF THIS CERTIFICATE: December 24, 2021.

DATE OF SUBMISSION OF THE FINAL REPORT: January 24, 2022.

Prof. Associado João Carlos Callera
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