

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA- UNESP

CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

Avaliação do *Rigor mortis* e perfil de ácidos graxos de Tilápias (*Oreochromis sp*), geradas a partir de um cruzamento dialélico entre as variedades Gift e Vermelha da Flórida.

Liandra Lopes Filholino Rodrigues

Jaboticabal, São Paulo
2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA- UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**Avaliação *Rigor mortis* e perfil de ácidos
graxos de Tilápias (*Oreochromis sp*),
geradas a partir de um cruzamento dialélico
entre as variedades Gift e Vermelha da
Flórida.**

Liandra Lopes Filholino Rodrigues

Orientador: Drº Rafael Vilhena Reis Neto

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Aquicultura do
Centro de Aquicultura da UNESP –
CAUNESP, como parte dos requisitos
para obtenção do título de mestre.

Jaboticabal, São Paulo
2024

R696a

Rodrigues, Liandra Lopes Filholino

Avaliação do Rigor mortis e perfil de ácidos graxos de Tilápias (Oreochromis sp), geradas a partir de um cruzamento dialélico entre as variedades Gift e Vermelha da Flórida. / Liandra Lopes Filholino Rodrigues. -- Jaboticabal, 2024

39 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal
Orientador: Rafael Vilhena Reis Neto

1. Adenosina trifosfato. 2. Avaliação Nutricional. 3. Genética. 4. Qualidade. 5. Hibridação. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Unidade Complementar - Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Avaliação do *Rigor Mortis* e perfil de ácidos graxos de Tilápias (*Oreochromis sp*), geradas em um cruzamento dialélico entre as variedades Gift e Vermelha da Flórida

AUTORA: LIANDRA LOPES FILHOLINO COLLAÇO

ORIENTADOR: RAFAEL VILHENA REIS NETO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências, área de Aquicultura, pela Comissão Examinadora:

RAFAEL VILHENA REIS
NETO:04686024617

Assinado de forma digital por RAFAEL
VILHENA REIS NETO:04686024617
Dados: 2024.07.03 16:28:09 -03'00'

Prof. Dr. RAFAEL VILHENA REIS NETO (Participação Presencial)
Departamento de Recursos Pesqueiros e Aquicultura / FCAVR/Unesp, Registro-SP

Documento assinado digitalmente



CAMILA FERNANDES CORREA
Data: 04/07/2024 11:33:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. CAMILA FERNANDES CORRÊA (Participação Virtual)
. / Instituto de Pesca, São Paulo-SP

Documento assinado digitalmente



DARIANE BEATRIZ SCHOFFEN ENKE
Data: 04/07/2024 10:45:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. DARIANE BEATRIZ SCHOFFEN ENKE (Participação Presencial)
Departamento de Recursos Pesqueiros e Aquicultura / FCAVR/Unesp, Registro-SP

Jaboticabal, 28 de junho de 2024

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 diagrama de cruzamento dialélico entre os grupos genéticos.....	20
Figura 2. A) Determinação do índice de rigor-mortis do peixe (BITO et al., 1983), B) Avaliação do Rigor Mortis	22
Figura 3 Índice de Rigor Mortis nos grupos genéticos, em diferentes períodos de medição.....	24
Figura 4. Valores medianos para: A) ATP, ADP, B) IMP, INO C) AMP, HX (umol/g) e D) valores de K (%) nos grupos genéticos P,V PxV e VxP, em diferentes períodos de medição.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Potencial Hidrogeniônico (pH) nos grupos genéticos, em diferentes períodos de medição	25
Tabela 2. Perfil de ácidos graxos (g.100 g ⁻¹ de matéria seca) dos filés dos grupos genéticos de Tilápias.	31

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	7
APOIO FINANCEIRO	9
RESUMO	10
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 TILÁPIA GIFT (GENETICALLY IMPROVEMENT FARMED TILÁPIA) .	14
2.2 TILÁPIA VERMELHA DA FLÓRIDA	14
2.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PESCADO	16
2.3.1 RIGOR MORTIS, pH e ATP	16
2.3.2 CARACTERIZAÇÃO LÍPIDICA	17
2.3.3 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS	18
3. OBJETIVO	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	19
4.2 ABATE	21
4.3 RIGOR MORTIS, pH	21
4.4 ATP	22
4.5 CARACTERIZAÇÃO LIPÍDICA E ÁCIDOS GRAXOS.....	23
4.6 ANÁLISE DE DADOS	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 RIGOR MORTIS E PH	24
5.2 ATP	27
5.3 CARACTERIZAÇÃO LIPÍDICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS	30
6. CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS.....	34

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, e o mais importante agradecimento a Deus, e a minha Nossa Senhora das Neves por ter me dado força, discernimento e coragem para atingir mais esse objetivo. A caminhada de estudos foi repleta de inúmeros desafios, muitos aprendizados, mas sempre muito gratificante;

À minha mãe e minha irmã, mulheres gigantes que me incentivaram, e sempre estiveram ao meu lado em todas as etapas, me dando força e suporte emocional para que eu não desistisse;

À minha família: vó, padrasto, irmão que sempre acreditaram no meu potencial, e sempre estiveram na torcida.

Às minhas amigas de faculdade e da vida, Paula e Barbara, foram e continuam sendo minhas alegrias diárias, sempre me apoiaram e acreditaram no meu sucesso, foram colo e ouvidos por inúmeras vezes;

Ao meu companheiro que Deus colocou ao meu lado, meu esposo, Robert. Desde o começo segurou a minha mão, me deu todo suporte e me ajudou em momentos tão delicados, me encorajando cada dia mais e cuidando tão bem da nossa família;

Em especial agradeço ao meu amor maior, minha pequena Aisha, que foi minha companheira, teve paciência e me ajudou nessa última etapa; só nós sabemos a luta que foi essa reta final do mestrado, como foi difícil me manter forte para que tudo ocorresse bem, mas hoje posso dizer que “consequimos filha”;

Ao professor orientador Drº Rafael Vilhena Reis Neto, que me apoiou, me ajudou, e foi um grande mestre na graduação e agora na pós-graduação;

À minha “mãe” científica, co-orientadora, Profª Dr Dariane Beatriz Schoffen Enke, que me apresentou esse mundo da tecnologia do pescado, me ajudou desde a graduação, e sempre foi muito mais do que mestre, uma grande amiga, parceira, e que sempre acreditou no meu trabalho, me incentivando e apoiando nessa caminhada acadêmica.

À Thais Gonçalves da S3 Piscicultura que tornou possível a execução do projeto. Uma grande inspiração no mundo aquícola e grande parceira nessa vida acadêmica;

Ao meu grupo Thalys Vinicius e Gustavo Faria, que compartilharam essa jornada na pós, sempre ajudando, dando dicas, e deixando essa caminhada bem mais divertida;

A todas as pessoas envolvidas nesse estudo, que fizeram o projeto acontecer, juntamente com os Labs parceiros (Labnutri e LENALIS), que nos auxiliariam nas análises;

Ao programa de pós-graduação, discentes, docentes, funcionários e diretoria do Centro de Aquicultura da Unesp – CAUNESP.

E aos membros da banca examinadora da defesa da dissertação, Prof^a Dr. Dariane Beatriz Schoffen Enke e Dra. Camila Corrêa, pela disponibilidade e participação nesta etapa de avaliação;

APOIO FINANCEIRO

Agradeço a Vice-reitoria e Assessoria das Ações Afirmativas e Diversidade da UNESP (AADI), pela concessão de bolsa de mestrado - Edital nº01/2021, através do desenvolvimento do presente estudo apresentado.

RESUMO

Considerando a importância da condução de estudos sobre o cruzamento entre espécies ou variedades genéticas com características nutricionais favoráveis, o estudo tem como objetivo avaliar e caracterizar o músculo e filé de Tilápias, provenientes do cruzamento dialélico entre as variedades GIFT e Vermelha da Flórida. A partir desse cruzamento, foram gerados quatro grupos genéticos: Grupo 1 Pretas (P) (♀ Tilápia Gift x ♂ Tilápia Gift), Grupo 2 Vermelhas (V) (♀ Tilápia Vermelha da Flórida x ♂ Tilápia Vermelha da Flórida), Grupo 3 Pretas e Vermelhas (P X V) (♀ Tilápia GIFT x ♂ Tilápia Vermelha da Flórida) e Grupo 4 Vermelhas e Pretas (V X P) (♀ Tilápia Vermelha da Flórida x ♂ Tilápia GIFT). Para as análises, 20 animais de cada grupo foram insensibilizados por hipotermia em água com gelo, abatidos pela secção de medula e em seguida avaliados quando ao índice de rigor mortis e ATP; O índice de rigor mortis no grupo P foi de 88,6% e nos outros grupos V, PxV e VxP, os resultados foram de 75,2%, 52,6% e 68,5%. O pH variou até 6,10 no grupo P, 6,17 no grupo V, no grupo PxV 6,38 e 6,27 no grupo VxP. As concentrações de ATP e dos seus metabolitos não apresentaram diferenças significativas entre os grupos genéticos, e os valores de K (fator de qualidade) após 24 horas foram semelhantes entre os grupos (P- 98%, V-97%, PV-99%, VP-96%). Nos lipídios totais, houve uma variação das médias, apresentando valores de 2% a 7%. No perfil de ácidos graxos, as hibridizações interespecíficas apresentaram maiores porcentagens para ácidos graxos saturados, e não houve variações entre os grupos. Diante dos resultados, a hibridização das variedades genéticas não se mostrou uma técnica favorável para a formação de um grupo com desempenho nutricional elevado.

PALAVRAS – CHAVES

Adenosina trifosfato, Avaliação nutricional, Genética, Hibridação, Qualidade.

ABSTRACT

Considering the importance of conducting studies on crossbreeding between species or genetic varieties with favorable nutritional characteristics, this study aims to evaluate and characterize the muscle and fillet of tilapia from a diallel cross between the GIFT and Red Florida varieties. Four genetic groups were generated from this cross: Group 1 Blacks (P) (♀ GIFT Tilapia x ♂ GIFT Tilapia), Group 2 Reds (V) (♀ Red Florida Tilapia x ♂ Red Florida Tilapia), Group 3 Blacks and Reds (P x V) (♀ GIFT Tilapia x ♂ Red Florida Tilapia), and Group 4 Reds and Blacks (V x P) (♀ Red Florida Tilapia x ♂ GIFT Tilapia). For the analyses, 20 animals from each group were subjected to hypothermia in ice water, slaughtered by spinal section, and then assessed for rigor mortis index and ATP levels. The rigor mortis index was 88.6% in Group P, and 75.2%, 52.6%, and 68.5% in Groups V, P x V, and V x P, respectively. The pH varied up to 6.10 in Group P, 6.17 in Group V, 6.38 in Group P x V, and 6.27 in Group V x P. ATP concentrations and its metabolites showed no significant differences between the genetic groups, and the K-values (quality factor) after 24 hours were similar among the groups (P- 98%, V- 97%, PV- 99%, VP- 96%). Total lipids varied, ranging from 2% to 7%. In the fatty acid profile, interspecific hybridizations showed higher percentages of saturated fatty acids, with no variations between the groups. Based on the results, hybridization of the genetic varieties did not prove to be a favorable technique for forming a group with high nutritional performance.

KEY-WORDS

Adenosine triphosphate, Nutritional assessment, Genetics, Hybridization, Quality.

1. INTRODUÇÃO

No cenário nacional é possível observar o alto destaque da produção de Tilápia devido a qualidade da carne e o seu crescimento acelerado, motivando ainda mais o interesse em seu consumo (SANTOS *et al*, 2012). De acordo com Fitzsimmons (2000), a tilápia poderá ser o produto mais importante da aquicultura no século XXI, sendo atualmente um dos grupos de peixes mais produzidos no mundo. De acordo com dados mais recentes, em 2023, o país produziu 579.080 toneladas de tilápias, o que equivale a 65,3% do total de produção de peixes (PEIXE BR, 2024).

O lançamento de novas variedades de tilápia com desempenho superior, tem demandado avaliações desses peixes, buscando uma produção cada vez mais eficiente e com menor gasto de insumos e menores impactos nos ambientes de cultivo, o que pode ser alcançado na eficiência reprodutiva, sanidade, técnicas de processamento, e, na genética dos animais produzidos.

A aplicação de ferramentas do melhoramento genético é extremamente importante e para maximizar a produtividade em peixes, devendo-se utilizar indivíduos geneticamente superiores que apresentem desempenho elevado em condições ambientais específicas. Considerando-se como desempenho elevado, a superioridade no que se refere à produtividade e sobrevivência por unidade de área, é necessária escolha cuidadosa das espécies, variedades puras ou híbridos, aos programas de melhoramento genético, com o objetivo de atender adequadamente às demandas do mercado. Neste sentido, torna-se importante o desenvolvimento de estudos amplos sobre o cruzamento entre espécies raças ou variedades avaliando todos os aspectos relacionados à produção e ao produto final, pescado.

Entre as variedades melhoradas de tilápia, a GIFT (Genetic Improved Farmed Tilapia), que foi introduzida no Brasil em 2005, tem apresentado bons resultados pelo seu alto desempenho, rendimento de carcaça, maior aproveitamento de filé, e boa adaptação a diversas regiões do país (RESENDE *et al.*, 2010.; SANTOS *et al.*, 2011). Mas, a alguns anos a tilápia vermelha vem, se destacando pela melhor aceitação dos consumidores que preferem o consumo do peixe inteiro (CARNEIRO *et al.*, 1999; KUBITZA, 2011), porém, existem poucos resultados científicos avaliando o seu desempenho, e não há pesquisas envolvendo o produto final (filé) comparado com de outras variedades.

Apesar de todos os benefícios que a tilápia GIFT traz aos produtores, ainda assim, para manter a evolução da tilapicultura, novas tendências de cruzamento com a tilápia vermelha da Flórida (TECNOLOGIA PISCICULTURA, 2016), já vem sendo estudada como uma nova opção no cultivo brasileiro, dessa forma, o intuito do desenvolvimento da tilápia vermelha está relacionado às suas características fisiológicas de alta prolificidade, precocidade reprodutiva, resistência a doenças, adaptabilidade à ambientes com alta salinidade, e principalmente à sua coloração particularmente atraente, sendo comparada a peixes ornamentais por tão acentuada sincronização de cores avermelhadas que torna o peixe mais atraente aos consumidores (SURESH, 1999; KUBITZA, 2011; MAINARDES-PINTO *et al*, 2011; PACHECO *et al*, 2015).

Mesmo sendo uma nova tendência no mercado devido a sua coloração, as variedades vermelhas de tilápia possuem desempenho inferior às outras variedades de coloração escura, podendo citar a tilápia do Nilo, espécie popular na aquicultura devido a capacidade de adaptação ao meio aquático (resistente a temperaturas variadas), sua alta taxa de reprodução e taxa alta de crescimento. Devido ao desempenho inferior da tilápia vermelha, o cruzamento é uma opção, pois, ao se cruzar peixes vermelhos com escuros, pretende-se gerar um híbrido que mantenha a cor vermelha, porém com desempenho da variedade escura.

Neste contexto, além do desempenho, se faz necessário verificar a qualidade do produto final desses cruzamentos, visto que, não seria interessante um híbrido que tenha coloração vermelha, bom desempenho, mas não apresenta boas características de filé.

O presente trabalho visa contribuir com o avanço no conhecimento nas áreas de melhoramento genético e tecnologia do pescado, buscando resultados relacionados a qualidade de um produto final proveniente de um recurso genético com propriedades já reconhecidamente de alto valor agregado, podendo abrir ainda mais o mercado de pescado tanto interno quanto externo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TILÁPIA GIFT (GENETICALLY IMPROVEMENT FARMED TILÁPIA)

A linhagem GIFT da Tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, é proveniente de um programa de melhoramento genético, que teve início na Filipinas, envolvendo o cruzamento dialélico entre oito grupos genéticos, sendo quatro variedades silvestres capturadas no Egito, Gana, Quênia e Senegal e outras quatro variedades confinadas na Filipinas provenientes de Israel, Singapura, Tailândia e Taiwan (Bentsen, *et al.* 1998).

No Brasil, essa variedade foi importada em 2005 pelo Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), com aporte financeiro da Secretaria Estadual de Aquicultura e Pesca. A partir do convênio firmado entre a UEM e o WorldFish Center (anteriormente ICLARM), foram introduzidas 30 famílias da Tilápia GIFT, com 20 indivíduos por família, iniciando o programa de melhoramento genético (MACHADO, 2012)

Com o avanço dos estudos, pesquisadores afirmam que o programa de melhoramento genético GIFT no Brasil garantiu ganhos superiores a 17% nas características relacionadas a velocidade de crescimento, mais de 14% no volume e 9,5% na área do corpo dos animais avaliados, comparados aos animais que foram introduzidos em 2005 (Ribeiro *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2013).

A variedade tem grande potencial e aceitação no mercado consumidor; devido a boa qualidade da carne, apresenta pouca gordura tornando uma carne mais leve, com sabor suave e ausência de espinhas (BOSCOLO, 2007).

Esse sucesso crescente do programa, faz com que haja mais estudos e pesquisas, principalmente no desenvolvimento de novas variedades, pois ainda não existem estudos que avaliem se as características da carne da GIFT são transmitidas quando são cruzados com animais de outras variedades.

2.2 TILÁPIA VERMELHA DA FLÓRIDA

A tilápia Vermelha é um grupo que vem se destacando na aquicultura comercial, quanto na pesca esportiva recreativa, se tornando frequente no mercado brasileiro, porém, ainda vem sendo estudado qual seria o seu padrão genético (Gervaz, 2021).

A tilápia vermelha da Flórida, criada em 1970, é resultante do cruzamento do macho da espécie *O. Mossambicus* com a fêmea *O. Hornorum*, para produzir um híbrido vermelho de primeira geração (F₁). Esses primeiros híbridos vermelhos F₁ foram vendidos aos produtores para fim de crescimento. Em 1981, outros produtores comerciais iniciaram um programa de melhoramento seletivo com os híbridos e, no final de 1983, desenvolveram uma linhagem reprodutora da tilápia vermelha da Flórida (Watanabe, *et al*, 1989). A espécie foi introduzida no Brasil e na Jamaica, de onde foi distribuída em sua forma genética original ou após cruzamentos para vários países da América do Sul e Central (Lovshin, 2000).

Com relação ao desempenho, alguns autores observaram que a Tilápia vermelha da Flórida cresce mais em águas com baixas salinidades, e a temperatura ideal para esses animais é ao redor de 28°C, com resistência a baixas temperaturas (8°C), podendo sobreviver em baixos níveis de oxigênio dissolvido (Kubitza, 2011).

A tendência na preferência do mercado consumidor nacional pela tilápia vermelha vem sendo observado, proporcionando melhores preços no mercado quando comparado com as tilápias de coloração escura, o que torna a tilápia vermelha da Flórida uma variedade de grande potencial a ser explorado, apesar do fato de que algumas destas variedades de tilápias vermelha apresentam desempenho zootécnicos inferior comparado a variedade comum, preta, , sendo necessário mais estudos com essa espécie (CARNEIRO *et al.*, 1999; KUBITZA, 2011). Assim como a tilápia GIFT, a tilápia vermelha tem apresentado boa aceitação em relação a carne, pois apresenta pouca gordura, e a sua coloração avermelhada tem se destacado no mercado consumidor.

As pesquisas sobre a variedade Vermelha da Flórida no Brasil são escassas; em relação a carne dessa linhagem, ainda não existem estudos que avaliem se as características de desempenho são transmitidas quando são cruzados com animais de outras variedades, diante disso e principalmente do valor agregado no mercado consumidor que a variedade apresenta devido a sua coloração, a empresa S3 piscicultura visando um mercado diferenciado, decidiu trazer nova genética gerando novas variedades, afim de inovar os estudos de cruzamento com outras espécies que já apresentam bom desempenho em suas características.

2.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PESCADO

Com o crescimento da população mundial e sua conscientização sobre alimentação saudável, a demanda por pescados cada vez mais vem aumentando, e devido a essa situação há uma maior preocupação por parte do mercado consumidor com a qualidade nutricional desses produtos (CAVALCANTI, 2019).

O pescado é um alimento com elevado teor proteico, vitaminas e ácidos graxos essenciais para consumo humano, porém, é um produto extremamente vulnerável as variações bioquímicas, e mais sujeito a processo de deterioração, pois apresenta pH mais próximo da neutralidade, possuem alta quantidade de água e nutrientes em seus tecidos (ALEXANDRE *et al.*, 2021).

Para que o produto final chegue a mesa do consumidor com qualidade, é necessário que o mesmo siga padrões para garantir essa condição, passando por análises físico-químicas que avaliem a composição nutricional do produto e as características físicas do mesmo.

2.3.1 RIGOR MORTIS, pH e ATP

O *rigor mortis* consiste na mudança da musculatura em carne, de flexível para inflexível, e após determinado tempo, uma carne um pouco mais flexível (pós-rigor). O método mais utilizado para medir o índice é o desenvolvido por Bito *et al.* (1983), que avalia a diminuição da curvatura inicial do pescado durante o período de pré-rigor até o total rigor (rigidez da musculatura) (Viega *et al.*, 2012).

O rigor é o processo físico mais importante no período *post-mortem*, que se caracteriza pela ausência da adenosina trifosfato (ATP), assim como a diminuição do pH, e é esse processo que tem impacto significativo na qualidade do pescado, podendo interferir na textura, sabor, umidade e tempo de prateleira (Vargas, 2015). O correto manejo após abate pode ajudar a minimizar esses efeitos e garantir um produto final de alta qualidade.

O estudo da quantificação da adenosina trifosfato (ATP), tem o intuito de monitorar o frescor do pescado logo após a morte do animal, observando a sua degradação através das enzimas endógenas. Como a concentração de enzimas aumenta com o período de armazenamento devido ao desenvolvimento

bacteriano, a degradação do ATP nos demais catabólicos é relacionada com a redução de frescor do pescado (Vargas, 2015).

A quantidade de ATP e seus produtos degradados no período *post-mortem*, irá depender do estado nutricional e da exposição de peixes a procedimentos estressantes durante o processo de abate (Robb, 2002).

Vários fatores podem determinar o início e duração do rigor, velocidade da queda do pH e as propriedades da carne do pescado, podendo citar a espécie de peixe, variação genética, tamanho do peixe temperatura do ambiente ao qual o peixe está sendo produzido, condições de abate, são esses fatores que irão trazer respostas as análises.

2.3.2 CARACTERIZAÇÃO LÍPIDICA

A caracterização lipídica refere-se à análise detalhada dos lipídios presentes em uma amostra de um organismo ou produto alimentar. Essa análise é fundamental para entender a composição, qualidade nutricional e potenciais benefícios para a saúde associados aos lipídios presentes. Esses lipídios presentes como: Triglicerídeos, fosfolipídios, esteróis e ácidos graxos, desempenham papéis essenciais na fisiologia dos peixes, incluindo armazenamento de energia, regulação térmica, estrutura de membranas celulares e síntese de hormônios (Menezes, 2006).

O comércio de peixes e sua precificação vai muito além do tamanho do peixe. O valor nutritivo depende da textura da carne, da gordura presente, do rendimento e de fatores relacionados aos métodos de captura e processamento. Diante disso, o tópico principal de estudos vem sendo o conhecimento sobre a composição nutricional do pescado, sendo fundamental para que haja padronização dos produtos alimentares na base dos critérios nutricionais (SIMÕES, *et al.*, 2007), principalmente em questão do conteúdo proteico e lipídico, afim de obter uma elevada porcentagem de proteína e menor porcentagem de gordura.

A variação genética pode alterar a composição dos nutrientes do pescado, e modificar esse valor nutritivo, principalmente quando há formação de novas variedades com espécies que apresentam diferentes características, podendo acarretar em uma nova linhagem com resultado satisfatório ou não em questão nutricional.

2.3.3 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS

A análise do perfil de ácidos graxos é fundamental para as pesquisas dos mais diversos produtos alimentícios, sendo importante tanto no ponto de vista nutricional, quanto na parte de melhoramento genético.

O metabolismo de lipídios e de ácidos graxos em peixes é um processo complexo e crucial para várias funções fisiológicas, incluindo armazenamento de energia, regulação metabólica e adaptação ambiental. Esse processo se dá pela digestão, absorção, transporte e biossíntese de ácidos graxos (Ribeiro, *et al.*, 2013).

Nos lipídeos totais de peixes pode existir uma variedade de composição de ácidos graxos, pois são componentes essenciais de suas células e desempenham papéis importantes na estrutura das membranas celulares e na regulação metabólica. Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos alifáticos obtidos a partir da hidrólise de gorduras e óleos naturais. São classificados, conforme a cadeia carbônica, em: saturados, sem duplas ligações e insaturados, contendo uma ou mais duplas ligações.

Os peixes de água doce possuem uma variedade de enzimas capazes de modificar o perfil dos ácidos graxos e produtos de sua biossíntese, podendo transformar um determinado ácido graxo em seu correspondente de cadeia mais longa, exemplo, o ácido α -linolênico, C18:3 n-3, pode ser convertido em EPA (ácido eicosapentaenoico) - C20:5 n-3, e este pode originar o DHA (ácido docosahexaenóico) - C22:6 n-3 (MARTINO, 2003). Esses ácidos poli-insaturados, são conhecidos pelos inúmeros benefícios à saúde; o EPA - 20:5n-3 e o DHA - 22:6n-3, são muito frequentes no pescado, e a ingestão desses ácidos podem prevenir doenças cardiovasculares (BAUM *et al.* 2012, apud, SANTOS, 2019).

Os ácidos graxos essenciais podem ser dessaturados e alongados dependendo da espécie. Os peixes de água doce possuem atividade de ambas as enzimas dessaturases $\Delta 6$ e $\Delta 5$, podendo assim converter ácidos graxos essenciais a ácido araquidônico, EPA e DHA (RIBEIRO, *et al.*, 2007).

Essa associação do consumo de peixes com os benefícios da saúde está ligada a menor concentração de gorduras saturadas, e ao maior teor de ácidos graxos da família ômega 3 (n-3) presentes nos peixes. Cada incremento de

20g/dia de consumo de peixe, pode reduzir 7% das taxas de mortalidade por doenças coronarianas, de acordo com estudos (SANTOS, 2019).

O conhecimento da composição desses ácidos, pode ser importante para incentivar o consumo, e expressar a qualidade nutricional das novas variedades genéticas de peixes, pois o perfil lipídico pode variar com as genéticas dos animais.

3. OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar as características dos músculos (filé) de tilápias, provenientes do cruzamento dialélico entre as variedades GIFT e Vermelha da Flórida, considerando os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar o rigor mortis e pH de tilápias das variedades GIFT, Vermelha da Flórida e seus híbridos;
- Avaliar as concentrações de ATP e seus produtos degradados (Hipoxantina, Adenosina Trifosfato, Adenosina monofosfato, Inosina monofosfato e Inosina) nos músculos de tilápias das variedades GIFT, Vermelha da Flórida e seus híbridos;
- Avaliar a composição lipídica e perfil de ácidos graxos nos filés de tilápias das variedades GIFT, Vermelha da Flórida e seus híbridos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os animais analisados foram produzidos na S3 Piscicultura, empresa privada localizada na cidade de Registro - SP (-24°25'03.1"S; -47°47'34.7"W), na região do Vale do Ribeira, no período de fevereiro a dezembro de 2020. Esses animais foram obtidos a partir do cruzamento dialélico entre machos e fêmeas das variedades de Tilápia GIFT e Vermelha da Flórida. As matrizes GIFT foram adquiridas pela S3 Piscicultura do programa de melhoramento genético da Universidade Estadual de Maringá, distribuídos aos produtores de alevinos através do Programa de Difusão da Linhagem GIFT no Brasil. Em 2018 a piscicultura também importou, diretamente da Flórida, 4 mil animais da variedade vermelha da Flórida, que entraram em reprodução em agosto de 2019.

As reproduções foram realizadas em quatro tanques de alvenaria com fundo em terra (10m x 3m x 1,2 metros de profundidade). Em cada tanque foi produzido um grupo genético: Grupo 1 Pretas (P) (♀ Tilápia Gift x ♂ Tilápia Gift), Grupo 2 Vermelhas (V) (♀ Tilápia Vermelha da Flórida x ♂ Tilápia Vermelha da Flórida), Grupo 3 Pretas e Vermelhas (P X V) (♀ Tilápia GIFT x ♂ Tilápia Vermelha da Flórida) e Grupo 4 Vermelhas e Pretas (V X P) (♀ Tilápia Vermelha da Flórida x ♂ Tilápia GIFT), totalizando 40 animais por tanque na proporção de três fêmeas para um macho.

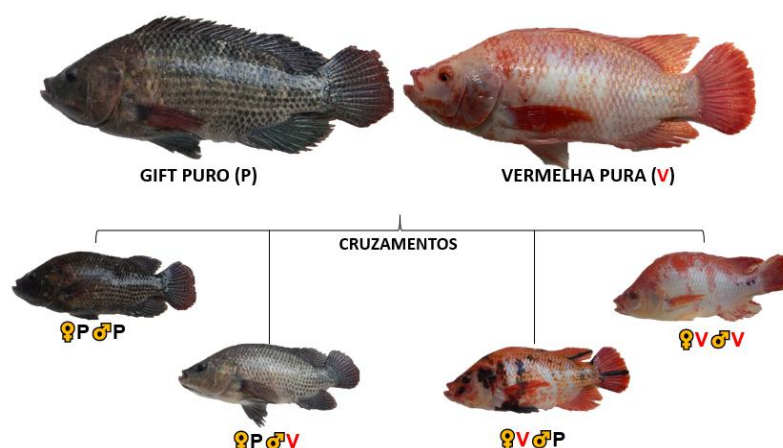


Figura 1 diagrama de cruzamento dialélico entre os grupos genéticos

No período reprodutivo, foi realizada a coleta manual dos ovos da boca das fêmeas, sendo feito uma pausa de 3 dias entre cada coleta, para que os animais pudessem se reproduzir novamente. Após a coleta, os ovos foram transferidos para incubadoras cônicas por um período de aproximadamente 4 a 7 dias até a eclosão e desenvolvimento da bexiga natatória das larvas. Posteriormente, as larvas foram transferidas para caixas de plástico para serem submetidas ao processo de inversão sexual por temperatura superior à 30°C, durante 15 dias. Durante o processo de inversão os animais foram alimentados com ração comercial contendo 52% de proteína bruta. Após o processo de inversão, os alevinos foram transferidos para o sistema de recria em tanques circulares, permanecendo até atingirem peso médio de 25g.

100 animais de cada grupo genético foram separados aleatoriamente, anestesiados com óleo de cravo (Vidal *et al.*, 2008) pesados e identificados com microchips. Os peixes dos quatro grupos genéticos foram transferidos

conjuntamente para um tanque-rede (2,0 m x 2,0 m x 1,2 m; comprimento x largura x profundidade), instalado em uma represa rural da S3 Piscicultura, onde permaneceram até atingirem média de peso corporal de 750g, finalizando com uma densidade de peixes no tanque-rede de 29,9 kg/m³ e 225 animais.

Durante o período de engorda, os animais foram alimentados duas vezes ao dia até a saciedade aparente, por meio de uma dieta comercial com 32% de proteína bruta.

Em todo o processo do experimento, diariamente de manhã, foram monitorados a temperatura e os níveis de concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água. A temperatura média foi de 23,0±2,7°C e oxigênio dissolvido (OD) de 6,0±1,4 mg/L. As variações de temperatura e oxigênio registraram máximas de 29,6°C e 7,4 mg/L e mínimas de 17,5°C e 2,4 mg/L.

4.2 ABATE

Foram amostrados 20 animais de cada grupo genético, insensibilizados por hipotermia em água com gelo, e em seguida abatidos pela secção da medula, seguindo as diretrizes da resolução normativa nº 13, de 20 de setembro de 2013 (CONCEA, 2013), que se refere ao abate humanitário, que deve ocorrer de forma indolor. O abate foi realizado com uma faca, que foi introduzida por um dos opérculos do peixe na posição de 30°, até atingir a medula realizando-se imediatamente a secção da mesma (PEDRAZZANI *et al.*, 2009). Após o abate, três animais de cada grupo genético foram separados para análise do *rigor mortis* e o restante dos animais foram eviscerados e filetados, obtendo assim, o filé sem pele. Os peixes inteiros e os filés foram pesados, e separados em amostras de acordo com as análises a serem realizadas..

4.3 RIGOR MORTIS e pH

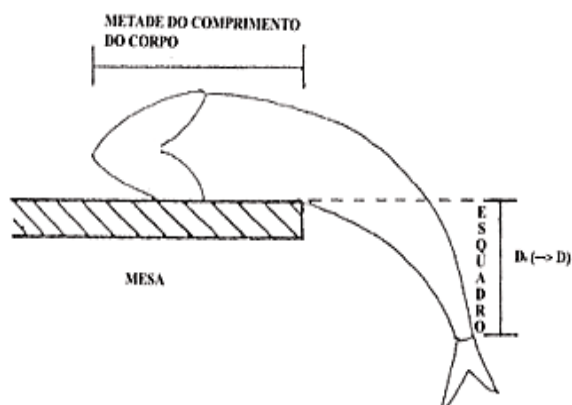
O rigor mortis foi determinado em três animais de cada tratamento, imediatamente após o abate mediante ao cronograma de horários proposto em 0, 1, 2, 3, 5, 12 e 24 horas post mortem. A determinação do índice de rigor mortis (Figura 2) foi dado de acordo com a metodologia descrita por Bito *et al.* (1983), calculando assim a equação:

$$IR= \frac{D0 - D}{D0} \times 100$$

D0

Sendo IR= Índice de Rigor; D0= representa a distância inicial da base da nadadeira caudal a partir da referência em linha horizontal da mesa, mediante ao abate imediato e; D= representa a distância entre os intervalos de tempos pré-fixados.

A)



B)



Figura 2. A) Determinação do índice de *rigor-mortis* do peixe (BITO *et al.*, 1983), **B)** Avaliação do *Rigor Mortis*

O pH foi avaliado em 3 filés de peixes de cada tratamento com o intervalo de 0, 1, 2, 3, 5, 12 e 24 horas após abate. Para isso, os filés foram macerados, pesados 3g de amostra, adicionados 20ml de água destilada e mensurado em medidor de pH digital.

4.4 ATP

As análises das concentrações de adenosina trifosfato (ATP) e seus produtos degradados: hipoxantina (HX), Adenosina monofosfato (AMP), Inosina

monofosfato (IMP) e inosina (INO), foram determinadas em três amostras, de 1 g cada, do músculo de 3 peixes diferentes de cada grupo genético nos respectivos intervalos de horas pós abate (0, 3, 5, 12, 24h), totalizando 15 peixes de cada grupo. As amostras de 1g foram homogeneizadas com 10mL de ácido perclórico 0,6M. A solução foi filtrada e posteriormente passou por centrifugação, sendo retirado o sobrenadante e armazenado em freezer para posterior leitura seguindo a metodologia HPLC - cromatógrafo líquido de alta precisão (High Precision Liquid Chromatography) (BORDIGNON, 2015). Os valores obtidos para esses metabólitos permitiram o cálculo de índice de frescor das amostras, conhecido como valor K, e esse valor K foi determinado pela quantidade de INO e HX em razão a quantidade total de ATP e seus compostos (TEJADA, 2009):

$$K - value (\%) = \left[\left(\frac{Ino + Hx}{ATP + ADP + AMP + Ino + Hx} \right) * 100 \right]$$

A respectiva análise foi realizada com parceria do Laboratório de Encapsulação e Alimentos Funcionais (LENALIS) da FZEA/USP.

4.5 LIPÍDIOS TOTAIS E ÁCIDOS GRAXOS

Para a análise de lipídeos, foi separada uma amostra de cada grupo genético, compostas por um “pool” de amostras de filés de 20 peixes, sendo homogeneizadas, congeladas e liofilizadas até a redução da umidade, e armazenadas em congelador, para posterior análise de lipídios totais e perfil de ácidos graxos.

A análise de ácidos graxos foi realizada por meio de extração lipídica pelo método de Bligh & Dyer (1959), que consiste em tratar a amostra com uma mistura de clorofórmio e metanol, e em seguida os ácidos foram metilados de acordo com O’ Fallon *et al.* (2007) e separados por cromatografia gasosa. As análises foram realizadas em parceria com o Laboratório de Nutrição de Espécies Aquícolas (LABNUTRI) da UFSC.

4.6 ANÁLISE DE DADOS

Os dados de *rigor mortis* e pH de cada tratamento, foram submetidos à análise de regressão, permitindo que fosse observado o comportamento das

variáveis em função do período de medição. Os dados de ATP, seus produtos degradados e valor k, foram submetidos a análise de variância e os resultados foram dispostos em gráficos.

Para as variáveis de lipídios totais e perfil de ácidos graxos, as análises foram descritivas, observando as médias e desvios padrão, sendo os resultados expostos em tabelas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RIGOR MORTIS E PH

Nos gráficos abaixo apresenta-se os resultados em porcentagens da evolução do índice de *rigor mortis* (IRM) (Figura 3), estabelecidos nos tempos de medição em horas, e o comportamento do pH (Figura 4) no decorrer do mesmo tempo de medição:

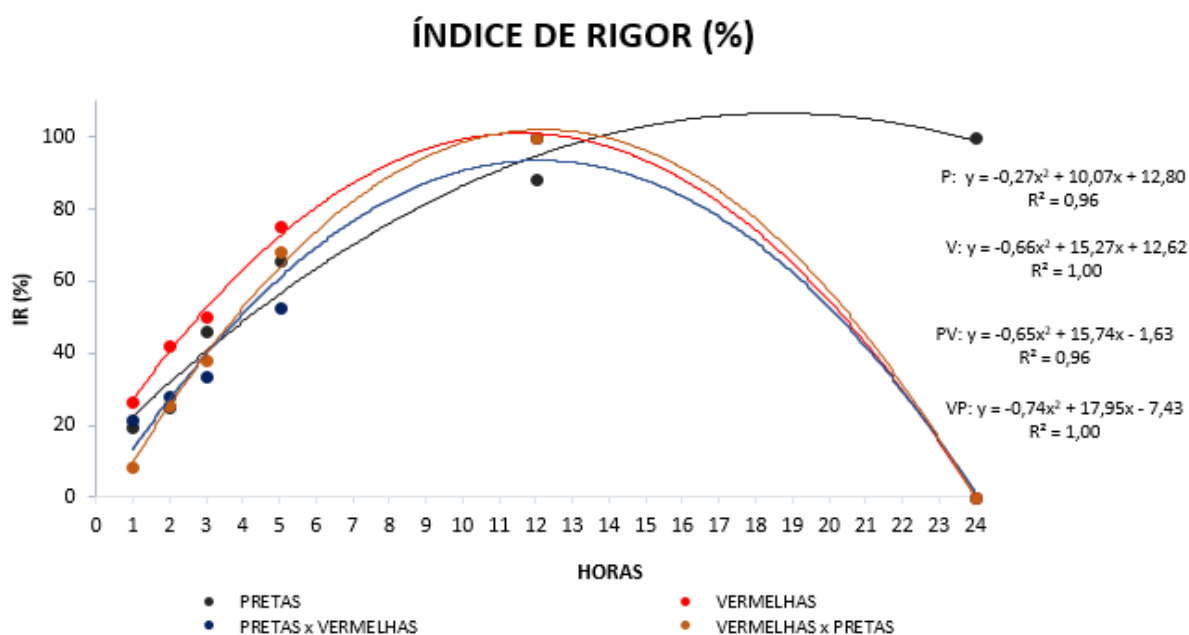


Figura 3 Índice de Rigor Mortis nos grupos genéticos, em diferentes períodos de medição.

*Grupos genéticos: P (tilápias GIFT), V (tilápias Vermelhas), PxV (tilápia GIFT x tilápia Vermelha), VxP (tilápia Vermelha x Tilápia GIFT)

Tabela 1 Potencial Hidrogeniônico (pH) nos grupos genéticos, em diferentes períodos de medição

HORAS	GRUPOS			
	P	V	PxV	VxP
1	6,32	6,17	6,39	6,3
2	6,14	6,16	6,33	6,27
3	6,12	6,17	6,38	6,27
5	6,10	6,45	6,74	6,28
12	6,46	6,50	6,63	6,59
24	6,52	6,54	6,7	6,65
48	6,55	6,40	6,25	6,32
72	6,54	6,46	6,36	6,5

*Grupos genéticos: P (tilápias GIFT), V (tilápias Vermelhas), PxV (tilápia GIFT x tilápia Vermelha), VxP (tilápia Vermelha x Tilápia GIFT)

Após insensibilização por hipotermia em água e gelo, não houve contração muscular nos animais analisados, apresentando o corpo flácido. O progresso do rigor-mortis no grupo P ocorreu linearmente até 12 horas após a morte e o índice de rigor foi de 88,6%. Após 18 horas, ocorreu o máximo rigor atingindo 100% permanecendo em pleno rigor até as 24 horas, não havendo alteração. No grupo V, PxV e VxP o progresso ocorreu de forma crescente até 5 horas após a morte, atingindo o índice de rigor de: V- 75,2%, PxV -52,6% e VxP- 68,5%. Após 11 horas, o grupo V atingiu o máximo rigor (100%), o grupo PxV e VxP atingiram o máximo rigor após 11 horas. Ambos os grupos permaneceram em completo rigor até as 24 horas. Com exceção do grupo P, o progresso de rigor dos outros grupos genéticos, foram no mesmo intervalo de horas (5 horas), sendo esse resultado semelhante ao apresentado por Siqueira, *et al.* (2018), que usou o mesmo método de insensibilização, hipotermia em água e gelo, e tinha como objetivo avaliar o tempo de estabelecimento do *rigor mortis* e o comportamento do pH da musculatura de tilápia-do -Nilo. Comparando as porcentagens, com exceção do grupo P, os outros grupos (V, PxV e VxP) apresentaram IRM (%) na média dos valores obtido por Corrêa (2014), aproximadamente 60%,

permanecendo nessa média até 6 horas após abate, sendo o objetivo desse trabalho avaliar as tilápias do Nilo submetidas a fonte de estresse.

Essa avaliação de rigor, se observando quando inicia e quando atinge o ponto máximo, pode ser fundamental para pré-determinar a vida de prateleira de peixe fresco. Quando o rigor é prolongado, tende a retardar a multiplicação de bactérias no peixe (AMLACHER, 1961).

O *rigor mortis* é definido como uma contração muscular lenta, que ocorre paralelamente à redução dos valores de ATP, com médias inferiores a 1,0 $\mu\text{mol/mg}$, ou com degradação de 95% desse metabolito, dessa maneira, o início do rigor ocorre quando o conteúdo do ATP do músculo diminui atingindo um nível crítico, e sabe-se que a completa resolução do rigor está condicionada a degradação de ATP, quando há diminuição desse metabolito, pode-se dizer que houve o rigor pleno (SANTOS, 2013).

Considerando o tempo que cada grupo genético levou para prosseguir o *rigor mortis*, o grupo P apresentou uma maior eficiência, pois foi o grupo que obteve progresso mais longo de rigor, e em questão a qualidade, esse progresso é mais atrativo para o mercado. Diante disso, é possível afirmar que o grupo P não transmitiu essa superioridade para as progênies quando foi cruzado com a variedade vermelha.

De acordo com os resultados apresentados na tabela 1, o pH do grupo P decresceu durante as primeiras 5 horas após abate, alcançando valor médio de 6,10 e os outros grupos de tilápia (V, PV, VP) decresceu durante as 2 primeiras horas após abate: V: 6,16, PxV: 6,33, VxP: 6,27. Após 3 dias (72 horas), o valor médio de todos os grupos foi de 6,4 – 6,5.

O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (Brasil, 2023) estabelece como limite que o pH do tecido muscular do peixe seja inferior a 7,0, para ser considerado um peixe fresco, então é possível afirmar que até as 72 horas de análise, todos os grupos mantiveram o frescor, mas levando em consideração a variação que foi obtendo durante os intervalos de tempo, o grupo P apresentou uma maior resistibilidade.

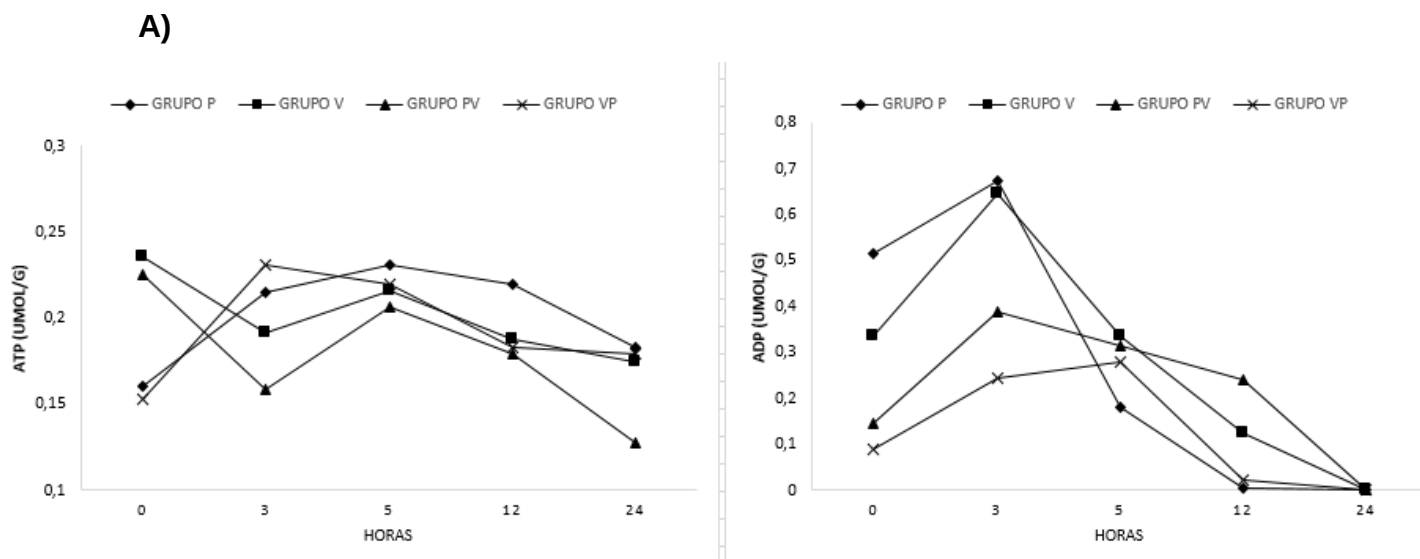
Essa diminuição do valor de pH é devido a conversão do glicogênio em ácido lático. Durante a atividade física, o glicogênio é degradado para liberar a energia necessária no momento que o peixe se debate (KOJIMA et al., 2008).

Os resultados de pH foram próximos aos encontrados por Siqueira, *et al.* (2018) (pH 6,1 a 6,2), que seguiu a mesma metodologia do presente estudo, e próximos as médias dos dados encontrados por Santos (2013), que teve como tratamento amostras insensibilizadas por hipotermia, podendo evidenciar que os grupos mantiveram dentro dos limites preconizados pela legislação, contudo, esses dados de pH podem variar conforme os tempos estabelecidos em cada estudo, não podendo ser capaz de indicar de forma adequada o frescor do pescado (FONTES *et al.*, 2007). Segundo Conde (1975), à medida que o pescado vai se deteriorando, os valores de pH aumentam, podendo chegar até 7,2, e no resultado dessa pesquisa, é possível afirmar que após 6 horas houve um aumento, porém, como foram resultados variáveis, não estabeleceu uma diminuição contínua.

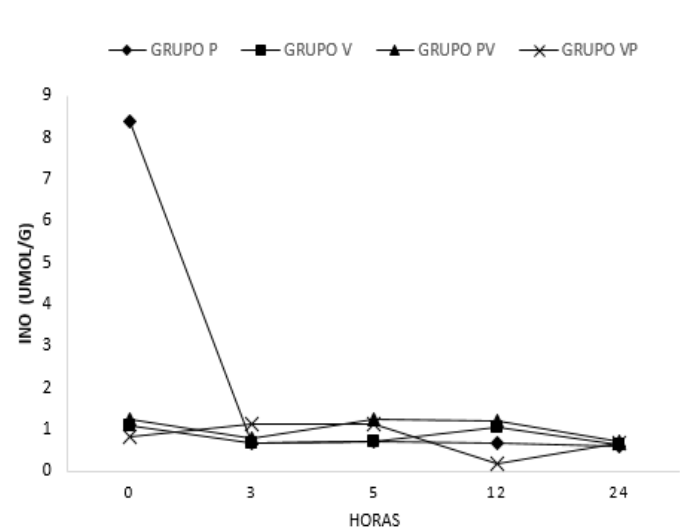
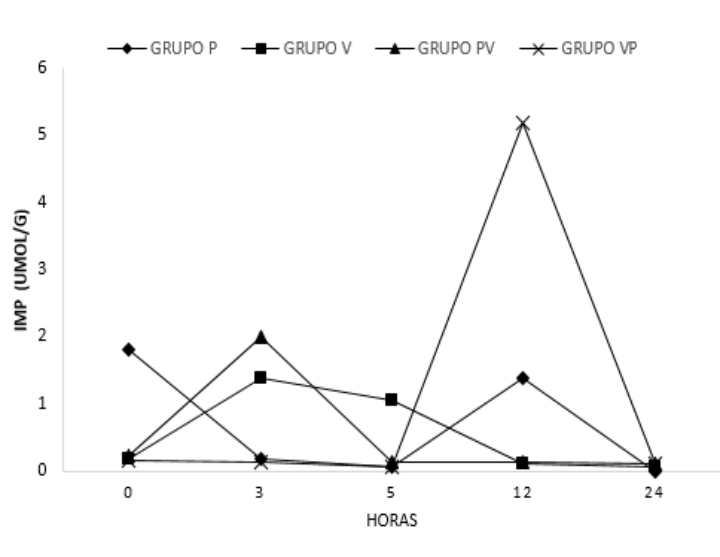
5.2 ATP

O conteúdo de ATP e dos seus metabolitos, e também o valor de K estão apresentados nos gráficos abaixo (Figura 4):

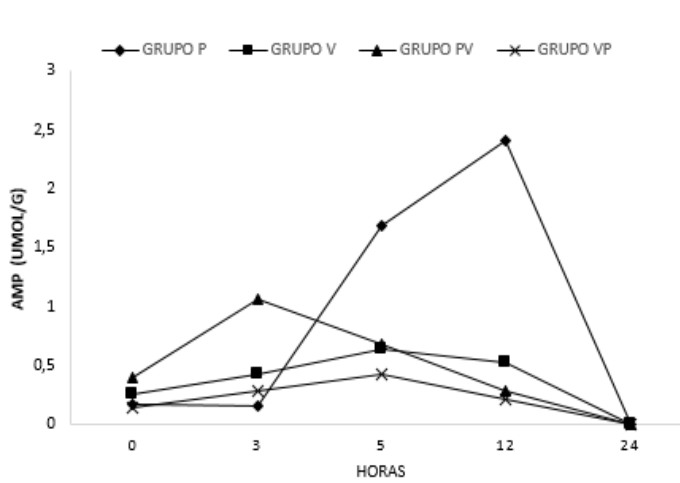
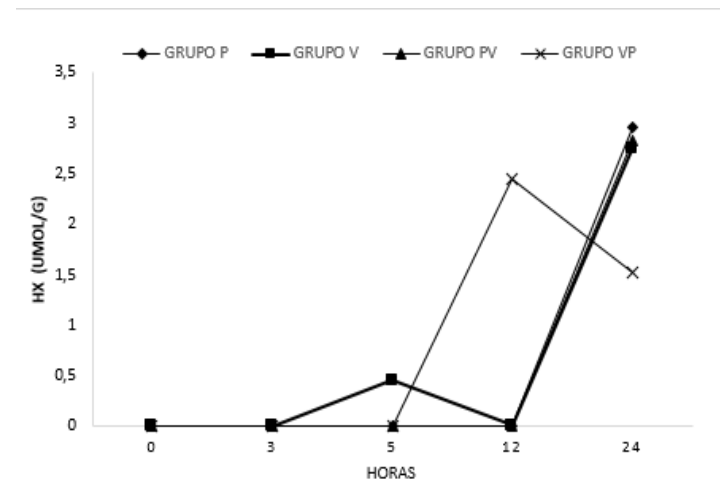
Figura 4. Valores medianos para: **A)** ATP, ADP, **B)** IMP, INO **C)** AMP, HX (umol/g) e **D)** valores de K (%) nos grupos genéticos P,V PxV e VxP, em diferentes períodos de medição.



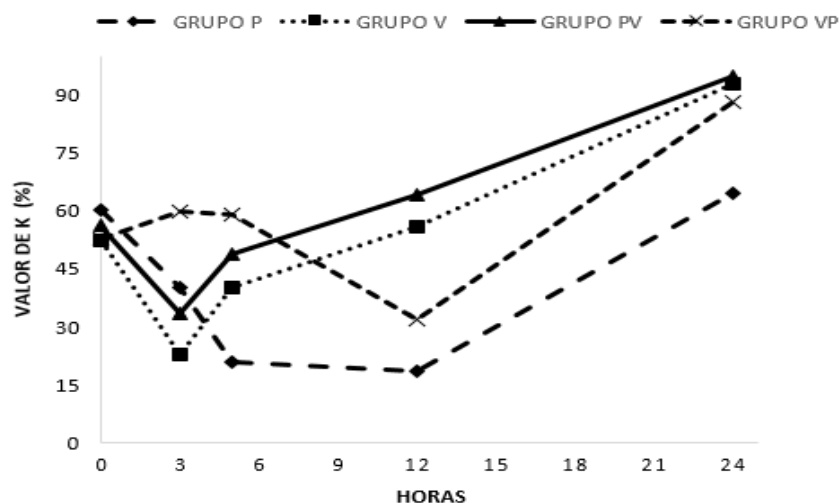
B)



C)



D)



As concentrações de ATP e o dos seus metabólitos ADP não apresentaram variações entre os grupos genéticos, mas é possível verificar que houve algumas variações nos níveis de AMP, IMP e HX no grupo genético VP, mas isso pode ser decorrente as mudanças bioquímicas que estão ocorrendo para o completo rigor, e degradação dos metabólitos. Os valores de K após 24 horas atingiu mais de 60%, chegando a 90% (P- 64%, V-92%, PxV-94%, VxP-88%).

A diminuição de ATP, ADP e AMP ao longo dos intervalos de tempos está de acordo com o processo de degradação desses metabólitos, havendo essa diminuição, conseqüentemente há o aparecimento do *rigor mortis*.

A determinação das concentrações de ATP e seus produtos de degradação, são usados para calcular índices específicos de frescor em uma ampla variedade de peixes. Os valores de ATP já são detectados logo após o abate, devido ao gasto energético, diminuindo ao longo do tempo, e surgindo concentrações de Hipoxantina, por isso as concentrações de ATP e seus metabólitos são fundamentais para índices de qualidade.

Inicialmente, no tempo 0, as porcentagens atingiram valores acima de 50% (P- 60%, V-52% PxV-56%, VxP-52%); de acordo com Okuma *et al.*, (1992), esses valores estão dentro da porcentagem de não fresco, acima de 40%, no entanto, esse valor pode ser devido, as condições de manuseio até o momento da análise, ao estresse do abate. No tempo 3, é possível observar que houve uma queda nas porcentagens, variando entre 20 a 50%, podendo ser observado o frescor do filé (<20%), mantido sob refrigeração. Nos demais tempos, até 6

horas, as amostras mantiveram porcentagens abaixo de 50%, garantindo o frescor das amostras, e após 12 horas, os valores foram aumentando, atingindo até 90%. Valores de 70-80% já foram encontrados em outros estudos para o Salmão do Atlântico e 60-70% para Robalo (Tejada, 2009), por isso, outros autores ainda consideram 80% valor aceitável para consumo do peixe após cocção, avaliando o frescor por Análises sensoriais (Método do Índice de Qualidade – QIM) e microbiológicas, afim de estabelecer os níveis máximos aceitáveis para o valor de K.

5.3 LIPÍDIOS TOTAIS E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS

As respectivas médias dos resultados obtidos na análise lipídica dos filés estão apresentadas na tabela 2. Os resultados apresentados mostram variação entre os grupos, devido ao perfil lipídico de cada animal.

A maior porcentagem de lipídio total no filé foi observada no grupo VxP, com 7,21%, no grupo V a porcentagem foi de 5,96%, no grupo PxV, 2,76% e grupo P, 6,31%. Comumente o valor de gordura da tilápia encontrado na literatura pode variar com médias de 1 a 5% chegando até a 9% de gordura, esse valor pode ser alterado dependendo da dinâmica experimental, mas é considerado um valor bom, podendo ser classificado como peixe magro e/ou semi-gordo; Peixes são classificados como gordos quando contém um teor de gordura acima de 10%, médios ou semi-gordos, quando variam entre 5 a 10% e magros quando abaixo de 5% (Stansby, 1961). com exceção do grupo VxP, os valores obtidos no presente estudo são próximos aos encontrados por Martins *et al*, (2009), que obteve 8% de lipídios em tilápias (*Oreochromis sp.*), em diferentes idades, e por Ferreira (2005) que obteve 5% de lipídios em filés de tilápias, valor próximo ao encontrado no Grupo P.

As variações de médias do presente estudo podem ser devido ao cruzamento entre espécies, originando grupos genéticos com características distintas.

Nas análises de perfil de ácidos graxos, foram detectados 29 ácidos graxos nos lipídios totais dos filés (Tabela 2), sendo saturados, monoinsaturados e poli-insaturado.

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos (g.100 g⁻¹ de matéria seca) dos filés dos grupos genéticos de Tilápias.

Ácidos Graxos	P	V	PxV	VxP
C12:0	-	-	0,002	-
C14:0	0,041	0,111	0,132	0,128
C15:0	0,000	0,005	0,005	0,009
C16:0	0,429	1,036	0,986	1,229
C17:0	0,005	0,011	0,012	0,014
C18:0	0,135	0,317	0,282	0,289
C20:0	-	-	0,006	0,008
C24:0	0,008	0,007	0,017	-
soma de ácidos graxos saturados	0,618	1,487	1,442	1,677
C14:1n5	-	0,005	-	0,009
C17:1n7	-	0,004	-	0,007
C18:1n9 (OLA)	0,557	1,330	1,320	1,708
C 18:1n7	0,093	0,212	0,176	0,189
C20:1n9	0,007	0,018	0,015	-
C20:1n11	-	-	0,020	0,024
C22:1n11	0,054	0,089	0,116	0,083
C24:1n9	0,018	0,030	0,054	0,053
soma de ácidos graxos monoinsaturados	0,729	1,688	1,701	2,073
C18:2n6 (LOA)	0,198	0,437	0,450	0,610
C20:2n6	0,012	0,019	0,023	0,024
C22:2n6	-	-	-	0,046
C18:3n6 (GLA)	0,014	0,043	0,043	0,048
C16:3n4	-	0,023	-	0,027
C18:3n3 (LNA)	0,032	0,063	0,062	0,093
C20:3n6	0,019	0,029	0,034	0,035
C18:4n3	0,007	0,014	0,022	0,027
C20:4n6	-	-	-	-
C22:4n6	0,038	0,058	0,099	0,066
C20:5n3 (EPA)	0,022	0,052	0,039	0,023
C22:5n3 (DPA)	0,008	-	-	-
C22:6n3 (DHA)	0,016	0,025	0,067	0,040
soma de ácidos poli-insaturados	0,366	0,763	0,839	1,039
Lipídeos Totais(%)	2,76	5,96	6,31	7,21

Com relação aos resultados do perfil de ácidos graxos dos filés dos grupos genéticos, os ácidos graxos saturados mais abundantes foram o ácido palmítico (C16:0) e ácido esteárico (C18:0), nos ácidos graxos monoinsaturados foi o ácido Oléico (C18:1n9), e nos ácidos polinsaturados foi o ácido graxo linoleico (c18:2n-6) da série n-6 e o ácido graxo α -linolênico da série n-3 (C18:3n3). Entretanto é importante ressaltar que os ácidos graxos EPA (C20:5n3) e DHA (C22:6n3) considerados de alto valor biológicos, apesar de menores valores, também estavam presentes no filé das tilápias de todos os grupos genéticos.

Comparando os ácidos graxos mais abundantes, encontrados no presente estudo, com os dados coletados por CARMO (2020), é possível notar que os resultados foram próximos, principalmente com as médias dos grupos sem hibridização interespecíficas (P e V), considerando todo o perfil apresentado, principalmente dos ácidos saturados (C16:0 e C18:0) e ácidos poli-insaturados (C18: 3n3 e C22:6n3). E estudos de Matos *et al.* (2019), também obtiveram resultados próximos de ácido palmítico (0,90 mg/ 100g), ácido mirístico (0,10 mg/100g). Os outros ácidos graxos avaliados no presente estudo não estão apresentados nos respectivos estudos citados, que enfatizaram mais os ácidos comumente benéficos à saúde humana.

Comumente, o grupo de tilápias apresenta o ácido DHA – docosahexanóico (C22:6n3), ácido que faz parte do ômega 3, resultado também constado por Nobrega *et al.* (2017), e os resultados foram evidentes em todos os grupos genéticos, principalmente nos grupos PxV e VxP. A presença desse ácido é atrativa em questão nutricional, pois favorece o desenvolvimento do sistema nervoso, cérebro, e protege a saúde cardiovascular.

O total de ácidos graxos monoinsaturados apresentou resultados mais elevados comparado aos outros perfis, principalmente nos grupos genéticos PxV e VxP, com presença maior do ácido Oléico, sendo esse ácido presente em grande quantidade na maioria dos peixes, tornando o pescado mais atrativo em valor nutricional, pois a presença desse ácido, quando consumido tem como benefício a estabilização dos níveis de colesterol em humanos (Rachid, 2019).

Houve variação nos valores dos ácidos graxos, que podem ser decorrentes das características das espécies, sendo possível observar um aumento significativo tanto na quantidade de ácidos graxos, quanto na porcentagem de lipídeos, principalmente nos grupos de hibridização interespecífica.

6. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos nesse estudo, pontuando primeiramente o *rigor mortis*, o grupo genético das tilápias pretas obtiveram resultado mais satisfatórios que as tilápias vermelhas e seus cruzamentos, apresentando maior eficiência, pois foi o grupo que obteve progresso maior de rigor, e em questão a qualidade e vida de prateleira, esse retardamento do rigor é mais atrativo para o mercado. A faixa de pH do filé se manteve dentro do limite permitido pela legislação para peixe fresco, e as concentrações de ATP, seus produtos degradados e índice K dentro de faixas observadas para outras espécies de peixes

Quanto à avaliação dos lipídios do filé, pudemos observar menores valores de lipídios totais e consequentemente dos principais ácidos graxos, incluindo os de interesse para alimentação humana, no grupo genético das tilápias pretas em relação aos demais grupos.

A hibridização interespecífica não resultou em animais com elevado desempenho para índices de vida de prateleira do pescado, apesar de levar a um maior acúmulo no filé de lipídios e alguns ácidos graxos de interesse ao consumo humano.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, A. C. S.; ALBERGARIA, F. C.; VENÂNCIO, A. H.; RIBEIRO, A. P. L.; HADDAD, F. F.; TANAKA, M. S.; SOUZA, R. H.; GOMES, M. E. S. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Qualidade de peixes: uma breve revisão**. 1ª Edição, Guarujá, Cientifica Digital, 2021.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, 1999.

AMLACHER, E. **Rigor mortis in fish**. In: BORGSTROM, G. (Ed.) *Fish as Food*. New York: Academic Press, 1961. Cap. 12, p. 385-409.

Bentsen, H. B.; Eknath, A. E.; Palada-de Vera, M. S.; Danting, J. C.; Bolivar, H. L.; Reyes, R. A.; Dionisio, E. E.; Longalong, F. M.; Circa, A. V.; Tayamen, M. M.; Gjerde, B. **Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus***. *Aquaculture* 160, 145–173, 1998.

BITO, M.; YAMADA, K.; MIKUMO, Y.; AMANO, K. Difference in the mode of rigor mortis among some varieties of fish by modified cutting's method. **Bulletin of Tokai Regional Fisheries Research Laboratory**, Tokio, n. 109, p. 89-93, 1983.

BLIGH, E.G, DYER, W.J. **A rapid method for total lipid extraction and purification**. *Can.J.Biochem.Physiol.* 37:911-917, 1959.

BORDIGNON, Adriana Cristina. **Eletronarcose como método de insensibilização para a tilápia do Nilo**. Orientador: Profa.Dra. ELISABETE MARIA MACEDO VIEGAS. 2015. Tese (Doutorado em Aquicultura) - CAUNESP- Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal, 2015.

BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**, que disciplina a fiscalização e a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, instituídas pela Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e pela Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989. Diário oficial da União, Brasília, DF, de 01 de junho 06 de 2017, nº 104, Seção 1, pág.2, 2023.

CARMO, J.L.; *et al.*; **Crescimento de três linhagens de tilápia sob cultivo semi-intensivo em viveiros**. Revista Caatinga, v.12, n.2, p-20-26, 2008.

CARNEIRO, P. C. F.; MARTINS, M. I. E. G.; CYRINO, J. E. P. **Estudo de caso da criação comercial da tilápia vermelha em tanques-rede** - avaliação econômica. São Paulo: Informações Econômicas, v.29, nº8, p52-61, 1999.

CAVALCANTI, T. C. A. **Avaliação das condições higiênico-sanitárias e da qualidade do pescado nos mercados públicos localizados no município de Recife**. 2019. 28p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

FERREIRA, M. W. **Composição química e perfil lipídico do filé de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1757) cru e submetido a diferentes métodos de cocção**. Universidade Federal de Lavras, 2005.

KOJIMA, S.T *et al.* **Avaliação da qualidade da tilápia (*Oreochromis sp*) submetida a diferentes tipos de abate**. In: 2º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2008, Campinas. Anais do 2º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica. Campinas: ITAL, 2008

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. 2. ed. **Jundiá**: F. Kubitza, 2011. 316 p.

LOVSHIN, L.L. **Criteria for selecting Nile tilapia and red tilapia for culture**. In:

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000, Rio de Janeiro. *Anais* Rio de Janeiro: [s.n.], 2000, p.49-57.

MACHADO, L. M.C. **Avaliação genética de Tilápias das variedades GIFT e Saint Peter**. Orientador: Prof. Nilton Garcia Marengoni Ph.D. 2012. Dissertação (Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2012.

MAINARDES-PINTO, C. S. R.; PAIVA, P.; VERANI, J. R.; SCORVO-FILHO, J. D.; SILVA, A. L. **Desempenho produtivo da tilápia tailandesa e da tilápia vermelha da Flórida estocadas em diferentes densidades, em tanques-rede instalados em viveiros**. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v. 37, n.3, p. 225-234, 2011.

MARTINO, R.C. **Exigências e cuidados da adição de lipídeos em rações para peixes e a sua importância para o homem – Parte 2**. Rev. Panorama da Aquicultura, v.13, n.75, p.58-60. 2003.

MARTINS, T. R, SANTOS, V.B dos, PERES, P.V., SILVA, T.T, **VARIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA CORPORAL DE TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*) COM O CRESCIMENTO**. Colloquium Vitae. ISSN: 1984-6436, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 117–122, 2010.

MATOS, Â. P.; MATOS, A. C.; MOECKE, E. H. S. **Polyunsaturated fatty acids and nutritional quality of five freshwater fish species cultivated in the western region of Santa Catarina, Brazil**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 22, p. e2018193, 2019

Nobrega, RO, Corrêa, CF, Mattioni, B., e Fracalossi, DM 2017. **Tilápia do Nilo juvenil de abeto-linolênico na dieta em temperatura fria abaixo do ideal**. Aquicultura, 471, 66-71. doi.org/10.1016/j.aquaculture. 2016.12.026

MENEZES, Maria Emília da Silva. **Valor nutricional de espécies de peixes (água salgada e estuário) do Estado de Alagoas**. 2006. Dissertação (Mestre em Química e Biotecnologia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió-Alagoas, 2006.

O'FALLON, J. V., Busboom, J. R., Nelson, M. L., Gaskins, C. T. 2007. **A direct method for fatty acid methyl ester synthesis: Application to wet meat tissues, oils, and feedstuffs**. J. Animal Scie. 85(6), 1511–1521. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-491>.

OLIVEIRA, C. A. L.; Ribeiro, R. P.; Streit Jr, D.; Povh, J. A.; Resende, E. K. **Melhoramento genético de peixes: uma realidade para piscicultura brasileira**. *Panorama da Aquicultura*, v. 130, p. 38-47, 2013.

Oliveira, A. M. S.; Oliveira, A. C. L.; Matsubara, B. J. A.; Oliveira, S. N.; Kunita, N. M; Yoshida, G. M.; Ribeiro, R. P. Padrões de crescimento de machos e fêmeas de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 34, núm. 4, 2013.

PACHECO, O. P. N.; GARCIA, N. M.; MENEZES, D. A.; LELIS, R. M. S.; OGAWA, M. **Reprodução e proporção sexual de tilápia vermelha, variedade *Saint Peter*, em diferentes salinidades**. *Revista Ciência Agronômica*, v. 46, n. 2, p. 310-318, abr-jun, 2015.

PEDRAZZANI, A.S.; CARNEIRO, P.C.F.; KIRSCHNIK, P.G.; MOLENTO, C.F.M. **Impacto negativo de secção de medula e termonarcose no bem-estar e na qualidade da carne da tilápia-do-Nilo**. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.10, p.188-197, 2009.

RACHID, I. **Ômega 3, ômega 6 e ômega 9: conheça as diferenças e benefícios**. *Longevidade Saudável*, 28 nov. 2019.

RESENDE, E. K. de; OLIVEIRA, C. A. L. de; LEGAT, A. P.; RIBEIRO, R. P. **Melhoramento animal no Brasil: uma visão crítica espécies aquáticas**. In: Simpósio Brasileiro De Melhoramento Animal, 8., 2010, Maringá. 11 p.

RIBEIRO, R. P.; Vargas, L.; Oliveira, C. A. L. **Dez anos da tilápia gift no Brasil. Aquaculture Brasil**, v. 1, 2016.

ROBB, D.H.F.; WOTTON, S. B.; VAN DE VIS, J.W, **Preslaughter electrical stunning of eels**. Aquaculture Research, v.33, p.37-42, fev. 2002

SAITO, T.; ARAI, K.; MATSUYOSHI, M. **A new method for estimating the freshness of fish. Bulletin of the Japanese Society of Scientific**, n. 24, p. 749-750, 1959.

SANTOS, A. I.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L.; MORA, F; ALEXANDRE, F. L.; FORNARI, D. C.; OLIVEIRA, S. N. de. **Bayesian genetic parameters for body weight and survival of Nile tilapia farmed in Brazil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, [s.l.], v. 46, n. 1, p. 33-43, jan. 2011..

SANTOS, T.S. dos. **Composição dos ácidos graxos dos lipídios de Tambaqui (*Colossoma macropomum*), peixe nativo da Amazônia**. Orientador: Profa Dra Neiva Maria de Almeida. 2018. Dissertação (Mestre em Tecnologia Agroalimentar) - Universidade Federal da Paraíba, [S. l.], 2019.

SANTOS, Vander & Martins, Telma & Freitas, Rilke. **Composição corporal de linhagens de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes classes de comprimento**. Ciência Animal Brasileira. (2012).

SIMÕES, M.R. *et al.*; **Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa**. Food Science and Technology. 2007, v.27, n.3.

SIQUEIRA, A.B. de *et al.* **Avaliação do índice de Rigor mortis e da evolução do pH da musculatura de tilápias do Nilo (*Oreochromis Niloticus*) durante estocagem em gelo sob refrigeração.** Higiene alimentar, [s. l.], 2018.

STANSBY, M.E. 1961 — **Proximate composition of fish** , **FAO International Conference on Fish in Nutrition** , Paper n.º R/II , 1 , 14pg . FAO, Rome

SURESH, A. V. Tilápia update 1998. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 30, n.4, p.8-13, 1999.

TECNOLOGIA PISCICULTURA: **A vez da Tilápia.** São Paulo: Pesquisa Fapesp, v. 249, nov. 2016.

VARGAS, S.C. **Influência de diferentes métodos de insensibilização pré-abate sobre parâmetros físicos, químicos e sensoriais da carne refrigerada e congelada de bijupirá (*Rachycentron canadum*).** Orientador: Profa.Dra. ELISABETE MARIA MACEDO VIEGAS. 2015. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos- USP, Pirassununga, 2015.

Vidal, L. V. O.; Albinati, R. C. B.; Albinati, A. C. L.; Lira, A. D.; Almeida, T. R.; Santos, G. B. **Eugenol como anestésico para a tilápia do Nilo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.1069 1074, 2008.

VIEGAS, E.M.M et al. **Métodos de abate e qualidade da carne de peixe.** Arquivos de Zootecnia, v.61, p. 41-50, 2012.

WATANABE, Wade O. *et al.* **Aquicultura de tilápia vermelha *Oreochromis sp.* em ambientes marinhos: estado da arte.** (1989).