



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA AMBIENTAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA AMBIENTAL**

**HALYSSON PENA RIBEIRO**

**FREQUÊNCIA ALIMENTAR, NÍVEL DE ARRAÇOAMENTO E PERFIL  
DE ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS DE JUVENIS DE  
TAINHAS *Mugil liza*.**

**VITÓRIA**

**2017**

**HALYSSON PENA RIBEIRO**

**FREQUÊNCIA ALIMENTAR, NÍVEL DE ARRAÇOAMENTO E PERFIL  
DE ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS DE JUVENIS DE  
TAINHAS *Mugil liza*.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.  
Orientador: Prof. Dr. Maurício Hostim Silva  
Co-orientadora: Dra. Marcia Vanacor Barroso

**VITÓRIA  
2017**

# FREQUÊNCIA ALIMENTAR, NÍVEL DE ARRAÇOAMENTO E ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS DE JUVENIS DE TAINHAS *Mugil liza*.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

## COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Mauricio Hostim Silva – Orientador  
Universidade Federal do Espírito Santo/UFES

---

Prof. Dr. Luiz Fernando Loureiro Fernandes - Examinador interno  
Universidade Federal do Espírito Santo/UFES

---

Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches – Examinador Externo  
Instituto de Pesca, SAA, SP

## DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação aos membros da família Ribeiro, pela superação dos desafios evolutivos impostos no plano material...  
À Monique Ribeiro pelo amor e companheirismo.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de mestrado concedida.

Ao meu orientador Professor Dr. Maurício Hostim Silva pela oportunidade nesse desafio.

À Doutora Marcia Vanacor Barroso pela co-orientação na realização da pesquisa.

Ao Professor Dr. Luiz Fernando Loureiro Fernandes pela cessão das instalações do LABCOM na execução da pesquisa.

Ao Professor Dr. Vinícius Ronzani Cerqueira da UFSC, pela doação dos juvenis de Tainha.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo, *campus* Piúma, em nome da Prof. Monique Ribeiro, pela parceria nas análises bromatológicas envolvidas no trabalho.

À pesquisadora Dra. Rosemar Antoniassi da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, pelas análises e orientações no conhecimento lipídico do estudo.

Aos professores e funcionários do PPGOAm pela construção e fortalecimento do conhecimento.

Aos amigos da Base Oceanográfica, pela troca de experiências na atividade de pesquisa em Aquicultura e áreas afins.

Aos amigos da comunidade da Laginha, pelo conhecimento tradicional local repassado na formação técnico-científica.

*“Naitre, mourir, renaitre encore et progresser sans cesse, telle est la loi.”*

*(Allan Kardec)*

## RESUMO

Este estudo avaliou o efeito da frequência alimentar e do nível de arraçoamento no desempenho zootécnico, a composição corporal e o perfil de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) em juvenis de *Mugil liza* sob regime alimentar diferenciado para maximização do crescimento. Um ensaio de alimentação foi conduzido por 58 dias com 450 juvenis ( $4,96 \pm 0,82\text{g}$ ) que foram estocados em 18 tanques-rede, instalados em 6 tanques de fibra de vidro (volume = 500 l), em um delineamento experimental fatorial  $3 \times 2$  (3 frequências alimentares e 2 níveis de arraçoamento), com 3 repetições. Os juvenis foram alimentados com ração comercial com 40% proteína bruta e  $4000 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1}$  de energia metabolizável. Os resultados médios das variáveis físico-químicas da água foram  $27,62^\circ\text{C}$ ,  $6,01\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $35,2\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  e 7,13 para temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade e pH, respectivamente. Foi observado que a sobrevivência (100%) não foi afetada pela frequência alimentar e pelo nível de arraçoamento. O ganho de peso foi maior no tratamento F2N6 ( $9,81 \pm 2,11\text{g}$ ) e não apresentou diferença significativa entre 2 e 4 vezes ao dia ( $p > 0,05$ ). Entretanto, o aumento do nível de arraçoamento de 3% para 6% p.v. aumentou significativamente a média de ganho de peso. A taxa de crescimento específico não sofreu influência da frequência alimentar (1, 2 e 4 vezes ao dia) e aumentou com o aumento do nível de arraçoamento ( $p < 0,05$ ), com a maior média para os tratamentos F2N6 ( $2,08 \pm 0,43\text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$ ) e F4N6 ( $1,98 \pm 0,53\text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$ ). O Fator de Condição não apresentou diferença significativa entre as frequências 1 e 2 vezes ao dia e entre 1 e 4 vezes ao dia, porém, diminuiu com aumento da frequência de 2 para 4 vezes ao dia. O nível de arraçoamento contribuiu para o aumento do fator de condição à medida que se elevava o percentual de alimento oferecido. A maior média do fator de condição foi observada no tratamento F2N3 ( $1,12 \pm 0,058\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). A biomassa total foi maior (F4N6 =  $3,634 \pm 12,53\text{g}$ ) com o aumento da frequência alimentar (entre 1 e 4 vezes ao dia) e não diferiu significativamente entre 1 e 2 vezes; e 2 e 4 vezes. O nível de arraçoamento afetou significativamente a biomassa total, que aumentou com o aumento do nível. A composição corporal dos juvenis alimentados 1 e 2 vezes ao dia apresentaram diferenças significativas para Proteína Bruta, Lipídios Totais, Resíduo Mineral e Matéria Seca ( $P < 0,05$ ). As análises do perfil de ácidos graxos encontrados nas amostras de juvenis de *M. liza* apontaram diferenças significativas

entre os tratamentos analisados (1 e 2 vezes ao dia) para os ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs). As concentrações de PUFAs em relação aos ácidos graxos totais da amostra diminuíram com o aumento da frequência alimentar para o Ácido Linoleico (LA), Alfa Linolênico (LNA), Araquidônico (AA), Eicosapentaenóico (EPA) e Docosahexaenóico (DHA).

**Palavras – chave:** Piscicultura marinha. Mugilídeos. Frequência Alimentar

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of feeding frequency and level of feed on zootechnical performance, to analyze the body composition and the profile of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) in *Mugil liza* under different diet for growth maximization. A feed experiment was conducted for 58 days with 450 juveniles ( $4.96 \pm 0.82$  g) which were stored in 18 net tanks, installed in 6 glass fiber tanks (volume = 500 l), in a factorial experimental design 3 X 2 (3 feed frequencies and 2 levels of feed), with 3 replicates. The juveniles were fed with commercial feed compound by 40% crude protein and  $4000 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1}$  of metabolizable energy. The average results of the physical-chemical variables of the water were  $27.62^\circ\text{C}$ ,  $6.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $35.2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  and 7.13 for temperature, dissolved oxygen, salinity and pH, respectively. It was observed that survival (100%) was not affected by feed frequency and feed level. The weight gain was higher in the F2N6 treatment ( $9.81 \pm 2.11$  g) and did not present a significant difference between 2 and 4 meals per day ( $p > 0.05$ ). However, raising the feeding level from 3% to 6% B.W. significantly increased the mean weight gain. The specific growth rate was not affected by feeding frequency (1, 2 and 4 meals per day) and raise with the increase of the feeding level ( $p < 0.05$ ), with the highest average for treatments F2N6 ( $2.08 \pm 0.43 \text{ g} \cdot \text{day}^{-1}$ ) and F4N6 ( $1.98 \pm 0.53 \text{ g} \cdot \text{day}^{-1}$ ). The Condition Factor did not present a significant difference between the frequencies 1 and 2 meals per day and between 1 and 4 meals per day, but decreased with an increase in frequency from 2 to 4 meals per day. Feeding level contributed to the increase of the condition factor as the percentage of feed offered increased. The highest mean of the condition factor was observed in the F2N3 treatment ( $1.12 \pm 0.058 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). The total biomass was higher (F4N6 =  $3.634 \pm 12.53 \text{ g}$ ) with increasing food frequency (between 1 and 4 meals per day) and did not differ significantly between 1 and 2 times; and 2 and 4 times. Feeding index significantly affected the total biomass, which raise with increase level. The body composition of juveniles fed 1 and 2 times daily presented significant differences for crude protein, total lipids, mineral residue and dry matter. Analysis of the fatty acid profile found in the juvenile samples of *M. liza* showed significant differences between the treatments analyzed (1 and 2 meals per day) for polyunsaturated fatty acids (PUFAs). The concentration of PUFAs in relation to the total fatty acids of the sample decreased

with the increase in the feed frequency for Linoleic Acid (LA), Alpha Linolenic (LNA), Arachidonic (AA), Eicosapentaenoic (EPA) and Docosahexaenoic (DHA).

**Key-words:** Marine fish farming. Mugilid. Food frequency

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição centesimal (em base úmida) da ração (média das triplicatas $\pm$ desvio padrão) .....	26
<b>Tabela 2.</b> Composição de ácidos graxos (g/100g) da ração fornecida como alimentação durante o experimento – Média de 5 análises.....	26
<b>Tabela 3.</b> Frequência alimentar, percentual da biomassa de peixes usado como nível de arraçoamento e horários do manejo alimentar no cultivo experimental de tainha, <i>Mugil liza</i> .....	27
<b>Tabela 4.</b> Médias $\pm$ desvio padrão das variáveis físico-químicas da água nas unidades de cultivo durante o período experimental .....	33
<b>Tabela 5.</b> Valores de F, coeficiente de variação (CV), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), fator de condição (FC), sobrevivência (S) e biomassa total (BT) de juvenis de tainha sob diferentes frequências alimentares e níveis de arraçoamento .....	33
<b>Tabela 6.</b> Composição corporal das amostras dos tratamentos F1N6, F2N6 (Média das triplicatas $\pm$ desvio padrão) .....	39
<b>Tabela 7.</b> Composição de ácidos graxos (percentual de ésteres metílicos de ácidos graxos no total de ésteres metílicos de ácidos graxos) na musculatura dos peixes (corpo sem cabeça) submetidos aos tratamentos F1N6 e F2N6. ....	41

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Distribuição geográfica da espécie <i>Mugil liza</i> .....	18
<b>Figura 2:</b> Ganho de Peso obtido nas diferentes frequências alimentares e níveis de arraçoamento do ensaio de crescimento de juvenis de tainhas <i>Mugil liza</i> .....	35
<b>Figura 3:</b> Taxa de crescimento específico obtida nas diferentes frequências alimentares e níveis de arraçoamento do ensaio de crescimento de juvenis de tainhas <i>Mugil liza</i> .....	36
<b>Figura 4:</b> Fator de condição obtido nas diferentes frequências alimentares e níveis de arraçoamento do ensaio de crescimento de juvenis de tainhas <i>Mugil liza</i> .....	37
<b>Figura 5:</b> Biomassa total obtida nas diferentes frequências alimentares e níveis de arraçoamento do ensaio de crescimento de juvenis de tainhas <i>Mugil liza</i> .....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS, DE SIGLAS E/OU DE SÍMBOLOS

- PUFA – *Puffy Polyunsaturated fatty acid* – (Ácido graxo poli-insaturado)  
p.v. – Peso vivo  
FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura  
EPA – Ácido Graxo Eicosapentaenóico  
DHA – Ácido Graxo Docosahexanóico  
LA - Ácidos Graxo Linoleico  
LNA – Ácido Graxo Alfa-linolênico  
AA – Ácido Graxo Araquidônico  
BW – Body weight  
MMA - Ministério do Meio Ambiente  
MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura  
IUPAC- Internacional de Química Pura e Aplicada  
AGPI - Ácido graxo poli-insaturado  
LABCOM - Laboratório de Cultivo de Organismos Marinhos  
LAPMAR - Laboratório de Piscicultura Marinha  
GP – Ganho de Peso  
TCE - Taxa de Crescimento Específico  
FC - Fator de Condição  
BT- Biomassa Total  
S - Sobrevivência  
PB - Proteína Bruta  
LT - Lipídios Totais  
U - Umidade  
MS - Matéria seca  
RMF - Resíduo Mineral Fixo  
CT - Carboidratos totais  
 $\omega$  – Omega  
 $\Delta$  - delta

## SUMÁRIO

RESUMO .....	v
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Literatura .....	16
1.1.1 Taxonomia e morfologia .....	16
1.1.2 Distribuição geográfica .....	17
1.1.3 Aspectos biológicos .....	18
1.1.4 O recurso pesqueiro .....	19
1.1.5 Mecanismo da digestão .....	19
1.1.6 Frequência alimentar .....	20
1.1.7 Nível de Arraçoamento .....	21
1.1.8 Lipídios na piscicultura .....	21
2 OBJETIVOS.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	25
3.1 Local do estudo.....	25
3.2 Juvenis.....	25
3.3 Condições experimentais .....	25
3.4 Manejo alimentar.....	25
3.4.1 Composição centesimal do alimento .....	26
3.4.2 Perfil de ácidos graxos da ração.....	26
3.4.3 Dieta .....	27
3.5 Avaliação do desempenho zootécnico .....	28
3.6 Qualidade da água.....	29
3.7 Composição centesimal .....	29
3.7.1 Preparação das amostras.....	29
3.7.2 Matéria Seca.....	30
3.7.3 Resíduo Mineral Fixo.....	30
3.7.4 Proteína Bruta.....	30

3.7.5	Lipídios totais.....	30
3.7.6	Carboidratos totais.....	30
3.7.7	Valor calórico.....	31
3.8	Perfil de ácidos graxos.....	31
3.9	Delineamento experimental e análise estatística.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1	Parâmetros físico-químicos da água.....	33
4.2	Desempenho zootécnico.....	33
4.2.1	Sobrevivência.....	34
4.2.2	Ganho de Peso.....	34
4.2.3	Taxa de Crescimento Específico.....	36
4.2.4	Fator de condição.....	37
4.2.5	Biomassa Total.....	38
4.3	Composição corporal.....	39
4.4	Perfil de ácidos graxos.....	40
5	CONCLUSÃO.....	44
	REFERÊNCIAS.....	45

## 1 INTRODUÇÃO

A demanda por fontes protéicas de origem no pescado vem aumentando consideravelmente e assume importante papel na composição da alimentação humana, fazendo o consumo *per capita* aumentar de 15,8 para 20,1 kg/ano desde o ano 2000. Em 2014 aproximadamente 146 milhões de toneladas foram destinadas ao consumo humano e a produção global alcançou 167,2 milhões de toneladas, oriundos tanto da pesca como da aquicultura (FAO, 2016).

A sobre-exploração de espécies de interesse comercial associadas às ações antrópicas de degradação ambiental prejudicam a recuperação dos estoques pesqueiros e promovem déficit na oferta de peixes.

A produção de pescado pela captura manteve-se estagnada na última década enquanto o setor aquícola demonstrava o seu elevado potencial de incremento na produção. Do total produzido no mundo em 2014, aproximadamente 73,8 milhões de toneladas tiveram origem nos cultivos (FAO, 2016).

Na aquicultura, que é o cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas, a intervenção humana no processo de criação é necessária e, por isso, precisa estar alinhada a princípios de sustentabilidade que contemplem fatores ecológicos e sócio-econômicos (VALENTI *et al.*, 2000).

A crescente demanda global de alimentos tem gerado o desenvolvimento de tecnologias no setor agropecuário, ocupando a aquicultura lugar de destaque neste segmento produtivo. É um dos setores em elevada expansão mundial, evoluindo de modelos rudimentares para uma atividade altamente tecnificada, que tem produzido significativa contribuição sócio-econômica nas zonas rurais e costeiras, tanto para agricultores familiares e pescadores artesanais, quanto para empreendimentos empresariais (BARROSO *et al.*, 2002).

A piscicultura marinha no Brasil ainda é incipiente e demanda muitos estudos para tornar a atividade produtiva uma realidade. O grande potencial de espécies com aptidão para engorda somada aos fatores favoráveis ao cultivo, como clima e extensão de costa são pontos chaves para norteamento das pesquisas.

Os peixes das famílias Lutjanidae, Serranidae, Gerreidae e Mugilidae possuem valor econômico e por isso existe grande interesse em produzi-los em

cativeiro. Alguns destes grupos já detêm alguma tecnologia de cultivo, precisando aprimorar estas técnicas e adaptá-las a realidade regional (WATANABE *et al.*, 1998; LIAO *et al.*, 2001; BENETTI *et al.*, 2002; MARTE, 2003; RAJKUMAR e VASAGAM, 2006; SAKAKURA *et al.*, 2007; RUSSO *et al.*, 2009).

Dentre as espécies que ocorrem no litoral brasileiro, as tainhas (família Mugilidae) ocupam o sexto lugar no ranking dos peixes marinhos mais pescados (FAO, 2010), atendendo às demandas do mercado nacional e gerando emprego e renda às comunidades tradicionais. O cultivo dos mugilídeos, pela sua importância econômica, poderá disponibilizar maior oferta destes pescados no mercado consumidor e contribuir para a recuperação de seus estoques naturais.

Pertencente à Família Mugilidae, a tainha (*Mugil liza*), possui hábito alimentar diversificado e, dependendo da fase do ciclo de vida e da biodiversidade na cadeia trófica do ambiente em que vivem, podem expressar comportamentos alimentares diferenciados, podendo ser onívoros, herbívoros ou detritívoros. Possuem características que as tornam espécies com grande potencial para aquicultura: tolerância às variações de temperatura e salinidades, rusticidade, aceitação ao alimento alóctone e manipulação facilitada (MIRANDA-FILHO *et al.*, 2010).

Atualmente, os gastos com a alimentação de organismos aquáticos correspondem a 60% dos custos da produção e encontrar o manejo ideal para cada espécie é de suma importância para o sucesso da atividade.

No manejo alimentar de peixes é importante conhecer o ponto máximo que uma dieta pode proporcionar ao ganho de peso, sem que o indicativo de sustentabilidade econômica seja afetado, atingindo o máximo de crescimento, com menor custo. A frequência que o alimento é fornecido aos peixes associada ao seu volume diário podem ser fatores que interferem no ganho de peso, na saúde dos peixes e do ambiente de cultivo. Influenciam ainda, na contratação de mão de obra, emprego de tecnologias, gasto com insumos, além de provocar aumento na produção de efluentes.

O metabolismo dos peixes é direcionado para a manutenção da homeostase, onde o corpo trabalha em perfeita harmonia entre os órgãos e sistemas demandando uma constante fonte de energia, proveniente da dieta ou de reservas nutricionais (KAUSHIK e MÉDALE, 1994).

Os carboidratos possuem baixa importância na nutrição de peixes, devido sua escassez nos ambientes aquáticos (SARGENT *et al.*, 2002) e as fontes energéticas principais são as proteínas e os lipídios, sendo este último o mais importante pela sua eficiência energética, com liberação para os peixes de aproximadamente 38,5 kJ · g<sup>-1</sup> (GLENCROSS, 2009).

Na nutrição de peixes marinhos, os lipídios diferem-se dos demais nutrientes pelo pouco conhecimento de suas exigências (SARGENT *et al.*, 2002). São formadores das membranas celulares, com características de componentes estruturais e funcionais dos tecidos, e seu perfil de ácidos graxos é determinado principalmente pelos níveis encontrados nos itens alimentares disponibilizados (OLSEN *et al.*, 2004). As funções dos lipídios em peixes referem-se aos processos bioquímicos de produção de energia, sendo os triglicerídeos as principais fontes energéticas, com funções estruturais e precursores de hormônios e moléculas bioativas. A disponibilidade dos lipídios no organismo dos peixes é controlada pelo balanço energético, onde parte é utilizada no metabolismo e crescimento, e parte é acumulada sob forma de glicogênio ou gordura (MEURER *et al.*, 2002). Na cadeia trófica de organismos marinhos os ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) eicosapentaenóico (EPA, 20:5 n-3) e Docosahexanóico (DHA, 22:6 n-3) dominam os níveis de lipídios encontrados (SARGENT e HENDERSON, 1995). O manejo alimentar adequado propõe que as quantidades do alimento fornecido devam estar relacionadas com a capacidade de ingestão rápida, diminuindo assim perda de nutrientes por lixiviação e aumentando a eficiência nutricional.

O estudo proposto tem como objetivo avaliar o efeito da frequência alimentar e nível de arraçoamento no desempenho zootécnico de juvenis de *M. liza*, assim como analisar o perfil de ácidos graxos poli-insaturados presentes nos tecidos dos indivíduos amostrados e relacioná-los com as demandas destes ácidos graxos neste grupo de peixes.

## **1.1 Literatura**

### **1.1.1 Taxonomia e morfologia**

A tainha lisa, conhecida popularmente no Brasil, foi descrita em 1836 por Valenciennes e reportada como *M. platanus* até recentemente, quando foi reconhecida por Menezes e colaboradores (2010) como *M. liza*. É um peixe ósseo de corpo alongado e fusiforme, com coloração prateada na região ventral e lateral, variando para tons escuros na parte dorsal, que apresenta estrias escuras e longitudinais. Nos indivíduos adultos observa-se acentuadamente uma membrana adiposa recobrimdo parte do olho. Podem medir até 1m de comprimento e atingir cerca de 8 kg.

Classificação sistemática, segundo Nelson *et al.* (2016):

Filo Chordata

Subfilo Craniata

Superclasse Gnathostomata

Grade Teleostomi

Classe Osteichthyes

Infraclasse Tetrapoda

Subclasse Actinopterygii

Superordem Acanthopterygii

Ordem Mugiliformes

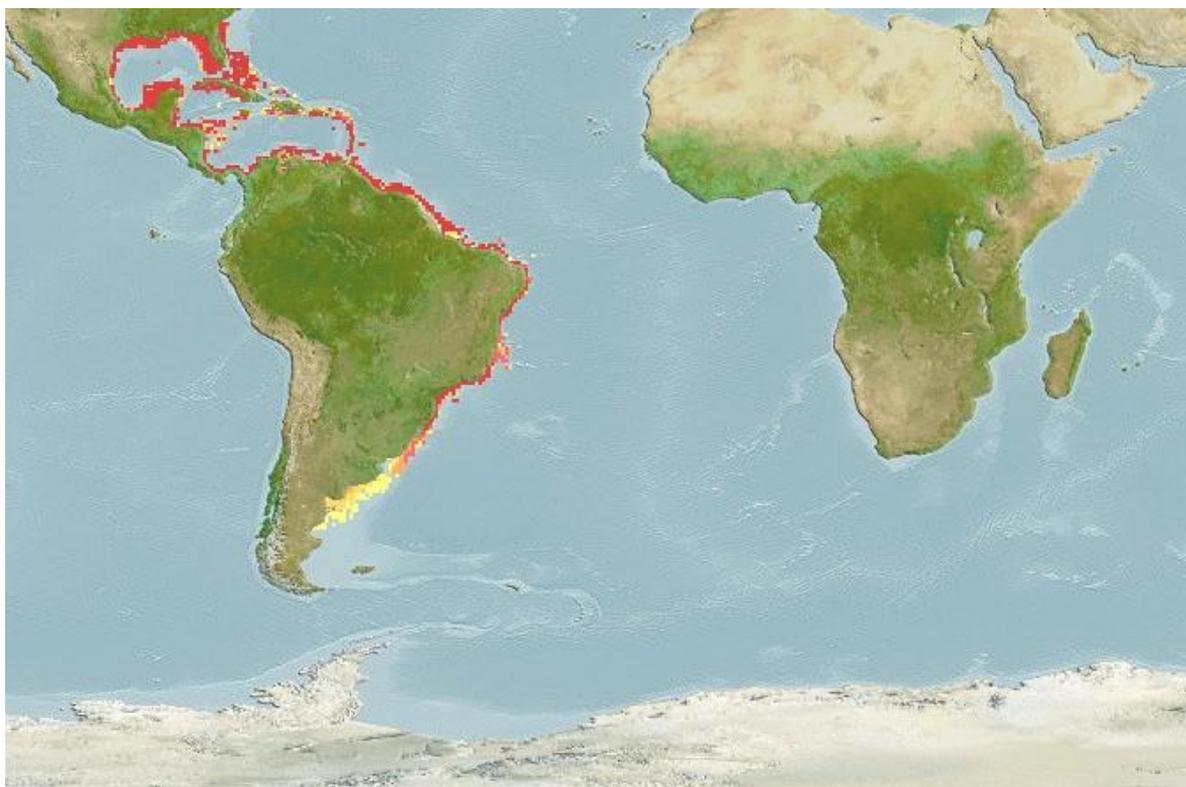
Família Mugilidae

Gênero *Mugil*

Espécie *Mugil liza* **Valenciennes, 1836**

### 1.1.2 Distribuição geográfica

A Figura 1 apresenta a distribuição geográfica da espécie *Mugil liza*.



**Figura 1:** Distribuição geográfica da espécie *Mugil liza*.  
Fonte: Fishbase

### 1.1.3 Aspectos biológicos

A tainha (*Mugil liza*) tem um ciclo de vida que a torna vulnerável a pesca. O primeiro ano do ciclo de vida ocorre no mar e após este período ela entra nos estuários e lagoas costeiras, onde cresce até 4 a 6 anos, até atingir a idade adulta. A partir daí, a cada outono, machos e fêmeas formam grandes cardumes para uma longa jornada, a migração reprodutiva no mar. Cada tainha vai desovar até 5 milhões de ovos, que dependerão do acaso para serem fecundados, formarem pequenos juvenis, que se dirigirão para os estuários, onde crescerão e fecharão o ciclo da vida (OCEANA, 2017). Por estas características de seu habitat, são peixes com grande capacidade de regulação osmótica, adaptados a suportar maiores amplitudes de salinidade (eurialinos). Possuem hábito alimentar iliófago, com dieta baseada em detritos vegetais e microorganismos associados ao substrato de ocorrência. O sistema digestório nas larvas recém-eclodidas é bastante rudimentar, sendo um tubo reto simples e indiferenciado. No terceiro dia a boca abre e inicia-se

a alimentação exógena e então o tubo digestivo segmenta-se em bucofaringe, esôfago e intestino. No esôfago, as primeiras células mucosas aparecem entre 18 e 21 dias. As glândulas gástricas tornam-se aparentes no 38º dia e por volta do 40º dia, observa-se no estômago três áreas distintas: cárdia, corpo e piloro. A região pilórica apresenta uma espessa musculatura e uma superfície triturante comparável a uma moela, facilitando a digestão mecânica. Nos enterócitos do intestino posterior observam-se grandes inclusões esféricas resultantes de pinocitose de macromoléculas protéicas. As primeiras células caliciformes do intestino aparecem quando a larva está com cerca de 50 dias, verificando-se que o desenvolvimento do sistema digestório das tainhas é bastante lento (GALVÃO *et al.*, 1997).

#### 1.1.4 O recurso pesqueiro

A tainha (*M. liza*) é umas das espécies nativas com grande importância nas pescarias artesanais e industriais do litoral sul e sudeste do Brasil. Historicamente está incorporada no cotidiano de comunidades tradicionais que se utilizam desses recursos para subsistência e fonte de renda. Aproximadamente 20 mil pescadores, incluindo os da frota industrial, se beneficiam economicamente da pesca da tainha (BRASIL, 2015).

No ano de 2004, através da Instrução Normativa nº5 de 2004 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), a espécie *M. liza* foi incluída na lista nacional das espécies sobre-explotadas ou ameaçada de sobre-explotação (BRASIL, 2004). Embora a espécie não tenha constado na lista de espécies de peixes e invertebrados aquáticos ameaçadas de extinção reconhecidas pela Portaria MMA nº445/2014 (BRASIL, 2014), em nenhuma das categorias, deve-se atentar ao disposto no Plano de Gestão Para o Uso Sustentável da Tainha, formalizado através da Portaria Interministerial MMA / MPA nº 03, de 14 de maio de 2015 (BRASIL, 2015).

#### 1.1.5 Mecanismo da digestão

O processo digestivo em peixes é bastante diversificado e dependente do hábito alimentar da espécie, fase da vida, dieta e características intrínsecas a filogenia (BALDISSEROTO, 2002).

Após a apreensão do alimento pelos peixes, o material é fragmentado e selecionado por dentes (em espécies presentes), e conduzido até o esôfago. Na região do esôfago ocorre a formação de células mucosas que atuam na produção e secreção de muco. O muco produzido nessas regiões exerce importante papel no processo de digestão e, através da proteção e lubrificação facilitam a transição rápida do alimento. Na região pilórica do estômago encontram-se estruturas responsáveis pelo processo mecânico da digestão, com musculatura rígida e superfície trituradora (GALVÃO *et al.*, 1997).

O processo de trituração do alimento é facilitado por fortes contrações musculares e, que na presença de material particulado, como areia e partículas sedimentares, podem melhorar a eficiência do processo mecânico (BALDISSEROTTO, 2002).

As tainhas possuem baixa capacidade de armazenamento estomacal, em consequência, o tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal é diminuído. A alta velocidade do trânsito não garante em sua totalidade o processo digestório satisfatório, com diminuição do poder absorptivo. Todavia, um processo lento pode causar a saciedade e diminuir a busca pelo alimento (ZANOTTO, 1995).

#### 1.1.6 Frequência alimentar

A frequência alimentar corresponde ao número de parcelas que uma determinada dieta é fornecida e visa à maximização do desempenho produtivo a partir do melhor aproveitamento da alimentação. Fatores como espécie, sexo, idade, temperatura e comportamento alimentar podem causar variação na frequência alimentar de peixes. O manejo alimentar adequado proporciona ao sistema de cultivo o equilíbrio entre os fatores biológicos e econômicos, sem o comprometimento da viabilidade da produção. O alimento superestimado tende a permanecer por mais tempo na água, alterando sua atratividade e provocando o processo de lixiviação dos nutrientes. Os restos alimentares promovem o processo de eutrofização da água, com a deposição de matéria orgânica no fundo dos tanques e alteração das propriedades físico-químicas do ambiente de cultivo. O acúmulo contínuo de matéria orgânica proporciona um ambiente favorável aos microorganismos indesejáveis e juntamente com a baixa na qualidade da água põe

em risco a homeostase dos indivíduos. Por outro lado, quantidades insuficientes de alimento aumentam a concorrência, causando prejuízos nutricionais e conseqüentemente uma heterogeneidade de peso e tamanho.

#### 1.1.7 Nível de Arraçoamento

O nível de arraçoamento em peixes corresponde ao percentual do alimento a ser fornecido diariamente, levando-se em consideração a biomassa dos indivíduos estocados. É um fator de grande importância na elaboração de dietas e a falta de padronização pode causar prejuízos econômicos e sanitários aos cultivos. É uma estimativa que deve ser estudada de acordo com a espécie alvo, com o objetivo de quantificar o alimento para o melhor desempenho zootécnico.

#### 1.1.8 Lipídios na piscicultura

Os lipídios são utilizados pelos peixes para o desenvolvimento de algumas funções importantes, como: produção de energia, estrutura das células, precursores de hormônios e algumas moléculas bioativas. Os lipídios são compostos com grande variedade entre si, entretanto, são agrupados pela capacidade comum de insolubilidade em água (LEHNINGER *et al.*, 1993). São ingeridos principalmente sob a forma de triacilglicerois e hidrolisados por enzimas digestivas, resultando em ácidos graxos livres e monoglicerídeos, que quando absorvidos pelo organismo são utilizados para síntese de componentes celulares e fornecimento de energia (NRC, 1993).

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos ligados a uma cadeia hidrocarbonada, com grande variação no número de carbonos. Possuem de 4 a 36 carbonos, com simples ou duplas ligações e são classificados de acordo com o tamanho e grau de insaturação (LEHNINGER *et al.*, 1993). Dentre as classes dos lipídios, os ácidos graxos são os mais estudados por sua importância na nutrição dos peixes.

A União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) utiliza o sistema “delta” ( $\Delta$ ) para indicar a posição da dupla ligação a partir do ácido carboxílico. O

sistema ômega ( $\omega$ ) é um sistema alternativo que indica a posição da dupla ligação a partir do radical metílico, que também pode ser chamado de “n”. Este sistema é muito usado para agrupar ácidos graxos de acordo com sua atividade biológica (DAMODARAN *et al.*, 2008). A designação “n” passou a ser mais apropriada para ser empregada ao estudar aspectos nutricionais envolvendo ácidos graxos (MARTIN, *et al.*, 2010).

De acordo com o número de insaturações (duplas ligações), os ácidos graxos podem ser chamados de saturados (ausência duplas ligações), monoinsaturados (uma insaturação) e ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) (duas ou mais ligações). Embora não haja um consenso, geralmente os ácidos graxos polinsaturados que possuem 16 ou mais átomos de carbono são chamados de AGPI de cadeia longa. Alguns autores designam os ácidos graxos que possuem 20 ou mais carbonos de AGPI de cadeia muito longa (PERINI *et al.*, 2006), ou altamente insaturados.

Os organismos marinhos, especialmente as algas, contêm uma abundância de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (C18, C20 e C22) que geralmente são da série n-3, podendo ocorrer também da série n-6 (SARGENT *et al.*, 1995).

A composição dos lipídios pode variar com as condições ambientais, fisiológicas, espécie e alimentação, entre outros fatores bióticos e abióticos. Desta forma, a alimentação de peixes cultivados influencia diretamente na composição de lipídios e de ácidos graxos presentes no pescado. A avaliação do seu perfil pode servir como base para a escolha da alimentação adequada que possa suprir as exigências de ácidos graxos para a espécie estudada (GARCIA *et al.*, 2013).

De acordo com Maia e Ogawa (1999) os ácidos graxos insaturados mais comuns em pescado são C18:1 n-9, além dos polinsaturados: C 18:2 n-6 (linoleico), C18:3 n-3 (Alfa-linolênico), 20:4 n-6 (Araquidônico), C20:5 n-3 (Eicosapentaenóico) e C22:6 n-3 (Docosahexaenóico). Os ácidos graxos de cadeia longa da família n-3 são mais abundantes em peixes marinhos quando comparados aos dulcícolas.

De acordo com Sargent *et al.* (2002), para estabelecer os níveis de graxos essenciais na dieta dos peixes deve se observar a interação entre dois fatores: a habilidade de biossíntese (que é associada à espécie) e a alimentação. Os mecanismos de biossíntese dos AGPI C20 e C22 a partir de seus precursores C18 envolvem alongamento de cadeia, promovido pelas enzimas elongases, e dessaturação, promovida pelas dessaturases.

A maioria das espécies de peixes marinhos não é capaz de sintetizar ácidos graxos de série n-3, assim como os peixes de água doce tem capacidade enzimática limitada ou ausente para a série n-6, portanto, suas demandas devem ser atendidas através da dieta.

Os Ácidos Graxos Linoleico (LA) da série n-6 e o Alfa-linolênico (LNA) da série n-3 são ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) e podem ser precursores de suas respectivas séries e, através de ações enzimáticas derivam outros PUFAs, como: o Araquidônico (AA), o Eicosapentaenóico (EPA) e o Docosa-hexaenóico (DHA) (GARCIA *et al.*, 2013).

Os AGPI de cadeia longa desenvolvem importantes funções no organismo dos peixes, garantindo o equilíbrio das funções fisiológicas, respostas imunes, anti-inflamatórias e desenvolvimento neural. A alta demanda de ácidos graxos da série n-3 na alimentação de peixes cultivados é exigência para torná-los fonte desses nutrientes para alimentação humana. Contudo, esta exigência para os peixes é relativamente baixa (TOCHER, 2015).

A relação entre a quantidade de ácidos graxos poli-insaturados da série n-6 e n-3 deve ser considerada, uma vez que existe uma competição pelas enzimas alongases e dessaturases. A afinidade das enzimas, especialmente as dessaturases, é maior para a série n-3 do que para a série n-6, e por último pela série n-9 (SARGENT *et al.*, 2002).

Em peixes marinhos a observação da relação existente entre n-3 e n-6 é de suma importância e valores de 5 a 10 são observados em indivíduos coletados nos respectivos ambientes naturais (STEFFENS, 1997).

Este trabalho visa contribuir para ampliar o conhecimento sobre a utilização de tainhas *Mugil liza* em aquicultura, trabalhando-se a frequência alimentar e os níveis de arraçoamento, acrescidos do perfil de ácidos graxos com o intuito de que estes peixes possam futuramente também ser utilizados na piscicultura marinha comercial.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Principal**

- Analisar o desempenho zootécnico de juvenis de *M. liza* em regime alimentar diferenciado e avaliar a viabilidade técnica do fornecimento de ração comercial para peixes onívoros dulcícolas.

### **2.2. Objetivos específicos**

1. Determinar a Frequência Alimentar e o Nível de Arraçamento que maximize o desempenho de *M. liza* mediante avaliação de:
  - sobrevivência.
  - ganho de peso;
  - crescimento específico;
  - fator de condição;
  - biomassa total estocada;
2. Analisar a composição corporal de Juvenis de *M. liza*, alimentadas com ração para peixes onívoros dulcícolas.
3. Analisar o perfil de ácidos graxos presentes na musculatura das tainhas.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local do estudo**

A investigação do potencial produtivo de *M. liza* foi realizada no Laboratório de Cultivo de Organismos Marinhos (LABCOM) da Base Oceanográfica da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Aracruz – ES, no período março a maio de 2016, com duração de 58 dias.

#### **3.2 Juvenis**

Os juvenis de *M. liza* utilizados neste estudo foram doados pelo Laboratório de Piscicultura Marinha - LAPMAR da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), provenientes da desova induzida de espécimes selvagens.

#### **3.3 Condições experimentais**

Quatrocentos e cinquenta (450) juvenis de *M. liza* com peso médio de  $4,96 \pm 0,82$ g e comprimento total  $7,8 \pm 0,53$ cm foram estocados em 18 tanques-rede com volume aproximado de  $0,08 \text{ m}^3$ , distribuídos em tanques circulares de fibra de vidro com volume de 500 L. Cada tanque de fibra comportou três tanques-rede referentes ao mesmo tratamento. O experimento foi desenvolvido em salinidade equivalente a água marinha, aproximadamente  $35 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ . A temperatura mínima da água manteve-se a  $27^\circ\text{C}$  com emprego de aquecedor elétrico e termostato. A renovação diária da água dos tanques foi equivalente a 50% do volume total, realizada após uma hora da última alimentação (Tabela 1).

#### **3.4 Manejo alimentar**

Após o processo de adaptação às condições experimentais, os juvenis foram alimentados seguindo um planejamento fatorial  $3 \times 2$ , sendo os fatores a frequência alimentar e os níveis de arraçoamento. Foi fornecido aos juvenis de *M. liza* uma

ração comercial para peixes onívoros com 40% de proteína bruta, contendo óleo de peixe em sua formulação.

### 3.4.1 Composição centesimal do alimento

A composição da ração utilizada como alimento, obtida através de análises laboratoriais, está descrita na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição centesimal (em base úmida) da ração (média das triplicatas  $\pm$  desvio padrão)  
**Composição**

Umidade (g/100g)	8,89 $\pm$ 0,04
Proteína Bruta (g/100g)	40,93 $\pm$ 0,15
Lipídios Totais (g/100g)	12,45 $\pm$ 0,19
Resíduo Mineral Fixo (g/100g)	6,63 $\pm$ 0,01
Matéria seca (g/100g)	91,11 $\pm$ 0,03
Carboidratos totais* (g/100g)	31,10
Energia** (kcal/kg)	4000

\* Obtidos por diferença

\*\* Calculado conforme BRASIL (2003)

### 3.4.2 Perfil de ácidos graxos da ração

A composição dos ácidos graxos da ração oferecida como alimento é descrita na Tabela 2.

**Tabela 2.** Composição de ácidos graxos (g/100g) da ração fornecida como alimentação durante o experimento – Média de 5 análises.

Ácidos graxos	g/100g
C14:0	0,227 $\pm$ 0,01
C16:0	2,689 $\pm$ 0,03
C17:0	0,095 $\pm$ 0,01
C18:0	1,393 $\pm$ 0,02
C20:0	0,048 $\pm$ 0,01
C22:0	0,024 $\pm$ 0,01
C24:0	0,029 $\pm$ 0,01
$\Sigma$ Ácidos Graxos Saturados <sup>a</sup>	4,564 $\pm$ 0,05
C16:1 cis	0,412 $\pm$ 0,01
C18:1 cis 9	3,628 $\pm$ 0,06

C20:1	0,115 ± 0,01
C24:1	0,017 ± 0,01
ΣÁcidos Graxos monoinsaturados <sup>b</sup>	4,498 ± 0,08
C18:2 isômeros trans	0,037 ± 0,01
C18:2 n-6(Linoleico)	1,912 ± 0,04
C20:4 n-6(Araquidônico)	0,123 ± 0,01
C18:3 n-3 (Linolênico)	0,143 ± 0,01
C20:5 n-3 (Ecosapentaenoico)	0,068 ± 0,01
C22:5 n-3 (Docosapentaenoico)	0,061 ± 0,01
C22:6 n-3 (Docosahexaenóico)	0,229 ± 0,01
ΣÁcidos graxos n-3 <sup>c</sup>	0,502 ± 0,01
Isômeros trans C18:1	0,161 ± 0,01
Isômeros trans C18:2	0,037 ± 0,01
ΣTotal trans <sup>d</sup>	0,311 ± 0,01
Lipídios Totais	12,457 ± 0,20

<sup>a</sup> Somatório de C10:0 , C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C20:0, C22:0, C24:0

<sup>b</sup> Somatório de C14:1, C14:1cis, C16:1cis, C17:1, C18:1 cis 9, C18:1 isômeros pos.,C20:1, C24:1

<sup>c</sup> Somatório de C18:3 n3, C20:5 n3; C22:5 n3; C22:6 n3

<sup>d</sup> Somatório de C14:1 trans, C16:1 trans, C18:1 trans,C18:2 trans

### 3.4.3 Dieta

A frequência alimentar corresponde ao número de partes em que a alimentação diária foi fracionada, ou seja, quantas vezes por dia os peixes foram alimentados (1, 2 e 4 vezes ao dia). Os níveis de arraçoamento correspondem ao percentual de ração em relação ao peso médio dos peixes (3 e 6%). A Tabela 3 apresenta os tratamentos empregados:

**Tabela 3.** Frequência alimentar, percentual da biomassa de peixes usado como nível de arraçoamento e horários do manejo alimentar no cultivo experimental de tainha, *Mugil liza*

Tratamento	Frequência alimentar	Nível de arraçoamento (%)	Horários do manejo alimentar
(F1N3)	1	3	08h30
(F1N6)	1	6	08h30
(F2N3)	2	3	08h30 e 17h30
(F2N6)	2	6	08h30 e 17h30
(F4N3)	4	3	08h30, 11h30, 14h 30 e 17h30
(F4N6)	4	6	08h30, 11h30, 14h 30 e 17h30

### 3.5 Avaliação do desempenho zootécnico

As biometrias foram realizadas quinzenalmente e nos dias antecedentes ao processo, (domingo) os juvenis de *M. liza* permaneceram em restrição alimentar por 24h.

Durante a coleta de dados foram amostrados cinco indivíduos dentro de cada réplica para obtenção do peso total e comprimento total. Os juvenis amostrados foram anestesiados em solução de Eugenol, na concentração de 37 mg · L<sup>-1</sup>. Os exemplares amostrados foram pesados utilizando balança de precisão com 0,01g de acurácia e medidos com auxílio de paquímetro analógico.

O desempenho zootécnico dos juvenis de *M. liza* foi avaliado a partir das seguintes variáveis:

- ✓ Sobrevivência, onde: nI = números de indivíduos no início do experimento e nF = números de indivíduos ao final do experimento.

$$S = \frac{(nI - nF) \times 100}{nF} \quad (\text{Equação 1})$$

- ✓ Ganho de Peso, onde PF = Peso Final e PI = Peso Inicial.

$$GP = PF - PI \quad (\text{Equação 2})$$

- ✓ Taxa de Crescimento Específico, onde PF = Peso Final e PI = Peso Inicial.

$$TCE = \frac{(\ln PF - \ln PI) \times 100}{\text{tempo}} \quad (\text{Equação 3})$$

- ✓ Fator de Condição, onde: C = comprimento total.

$$(FC) = \frac{\text{Peso}}{C^3} \quad (\text{Equação 4})$$

✓ Biomassa Total:

$$BT = \text{Peso médio} \times n^{\circ} \text{ de indivíduos} \quad (\text{Equação 5})$$

### **3.6 Qualidade da água**

Os parâmetros físico-químicos da água foram monitorados diariamente, às 19h30min. As observações de Oxigênio Dissolvido (OD) e temperatura foram coletadas com emprego de aparelho multiparâmetros YSI. Para a salinidade utilizou-se refratômetro óptico e para medição do pH foi utilizado o phmetro YSI.

### **3.7 Composição centesimal**

As tainhas amostradas para análise de composição corporal pertenciam aos tratamentos F1N6 e F2N6 e foram escolhidas por apresentarem a menor e a maior média de ganho de peso entre os tratamentos alimentados com 6%p.v.(nível de maior desempenho). Juntamente com a ração foram submetidas a análises bromatológicas de proteína bruta (PB), lipídios totais (LT), umidade (U), matéria seca (MS), resíduo mineral fixo (RMF) e carboidratos totais (CT) por diferença. As análises foram realizadas no Laboratório de Química do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Piúma, no município de Piúma, ES. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

#### **3.7.1 Preparação das amostras**

Para análise da composição corporal dos peixes, foram coletados 6 indivíduos de cada tratamento, que foram insensibilizados e abatidos por imersão em água e gelo e congelados para o transporte até o laboratório. Os peixes inteiros foram triturados e homogeneizados em processador de alimentos.

### 3.7.2 Matéria Seca

O teor de matéria seca das amostras foi determinado a partir da secagem em estufa a 105°C até peso constante, de acordo com o método da AOAC (2000), e os resultados expressos em percentual de matéria seca (g/100g de amostra).

### 3.7.3 Resíduo Mineral Fixo

O teor de resíduo mineral fixo foi determinado a partir da incineração da amostra em mufla (Vulcan 3- 550PD) a 550 ( $\pm$  5) °C, até obtenção de cinzas de coloração branca, conforme método AOAC (2000), sendo os resultados expressos em percentual de resíduo mineral fixo (g/100g de amostra).

### 3.7.4 Proteína Bruta

O teor de proteína bruta foi determinado a partir da quantificação de nitrogênio total, através do método de Kjeldahl, com modificações de Nogueira e Souza (2005). Foi utilizado o fator de 6,25 para conversão de nitrogênio total para proteína bruta. Os resultados foram expressos em percentual de proteína bruta (g/100g de amostra).

### 3.7.5 Lipídios totais

O teor de lipídios totais foi determinado por extração em aparelho de Soxhlet (Lukadema modelo 202/8), utilizando-se éter de petróleo, e posterior determinação gravimétrica, conforme método da AOAC (2000). Os resultados foram expressos em percentual de lipídios totais (g/100g de amostra).

### 3.7.6 Carboidratos totais

O teor de carboidratos totais foi obtido por diferença, subtraindo-se do teor da matéria seca a soma dos demais componentes (proteína bruta, lipídios totais, resíduo mineral fixo) que a compõem.

$$\% \text{ CT} = \% \text{ M.S.} - (\text{PB} + \text{LT} + \text{RMF})$$

(Equação 6)

### 3.7.7 Valor calórico

O valor calórico total foi obtido por cálculo, utilizando os fatores de conversão para carboidratos (4 kcal/g), proteínas (4 kcal/g) e lipídios (9 kcal/g) de acordo com BRASIL (2003).

## 3.8 Perfil de ácidos graxos

A análise de ácidos graxos foi realizada nas amostras de peixes dos tratamentos F1N6 e F2N6, levando-se em consideração o melhor desempenho do fator nível de arraçoamento (6%p.v.) e entre as frequências que apresentaram diferenças significativas para ganho de peso (1 e 2 vezes ao dia). O perfil de ácidos graxos das tainhas *M. liza* e da ração utilizada neste estudo foi obtido por cromatografia gasosa, sendo as análises realizadas na Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

Cada amostra foi homogeneizada em blender e pesada (em triplicata) em tubos falcon de 50 ml (1 a 1,4 gramas de amostra cada replicata). A digestão foi realizada segundo O'Fallon *et al.* (2007) com as seguintes modificações: digestão da amostra com 3 mL solução de KOH 1,0 N em metanol e 1 mL de água, com aquecimento a 60°C por 60 minutos, com agitação em vortex por 15 segundos a cada 10 minutos. A esterificação foi realizada com 10 mL de solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> em metanol (1,7 N) preparada de acordo com o método Hartman e Lago (1973). Após 5 minutos a 60°C, foi realizada agitação em vortex por 5 segundos a cada 5 minutos, com tempo total de 20 minutos. Após resfriamento, foram adicionados 10 mL de hexano, com agitação em vortex em três etapas de 15 segundos. O hexano foi lavado com 10 ml de água destilada e o solvente foi removido por arraste de N<sub>2</sub> a uma concentração adequada para a injeção em cromatógrafo gasoso. A análise cromatográfica se deu em equipamento Agilent 7890, equipado com detector de

ionização por chama operado a 280°C. Utilizou-se coluna capilar de sílica fundida de filme de cianopropilsiloxano (60m x 0,32mm x 0,25µm) e programação de temperatura conforme descrito: temperatura inicial de 100°C por 3 min; de 100 a 150°C com rampa de 50°C/min; de 150 a 180°C com rampa de 1°C/min; de 180 a 200°C com rampa de 25°C/min e na temperatura final de 200°C por 10 min. Foi injetado 1µL de amostra em injetor aquecido a 250°C operado no modo de divisão de fluxo de 1:50. Realizou-se a identificação por comparação dos tempos de retenção com os padrões GLC 62, 79 e 87 da NU-CHEK PREP, Inc. (Elysian, MN), PUFA-1 Marine Source da SUPELCO (Bellefonte, PA) e T14138 Fish Oil da FAPAS (Sand Hutton, York) e a quantificação foi realizada por normalização interna.

### **3.9 Delineamento experimental e análise estatística**

Empregou-se o delineamento experimental em esquema fatorial 3x2 (três frequências alimentares x dois níveis de arraçoamento) com três repetições. A normalidade dos dados e a homocedasticidade foram analisadas através dos testes de Shapiro-Wilk e Box-Cox, respectivamente. No tratamento estatístico foram utilizadas Análises de Variância (ANOVA, com  $\alpha = 0,05$ ) ou Kruskal-wallis dependendo de parametricidade dos dados. Na existência de diferença significativa entre as médias dos tratamentos, o teste de Tukey foi aplicado. As variáveis em percentuais foram transformadas em arco-seno antes das análises estatísticas, porém os valores originais serão apresentados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Parâmetros físico-químicos da água

Os parâmetros de qualidade da água estão descritos na Tabela 4. Os valores médios foram 27,62°C, 6,01mg.L<sup>-1</sup>, 35,2g.L<sup>-1</sup> e 7,13 para Temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD), Salinidade e pH, respectivamente. As médias não apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e se encontram dentro dos limites ideais, sugeridos para o cultivo de peixes (BOYD, 1990).

**Tabela 4.** Médias  $\pm$  desvio padrão das variáveis físico-químicas da água nas unidades de cultivo durante o período experimental

Tratamento	Temperatura (°C)	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	Salinidade (g.L <sup>-1</sup> )	pH
F1N3	27,7 $\pm$ 0,53	6,04 $\pm$ 0,50	35,1 $\pm$ 0,25	7,24 $\pm$ 0,14
F1N6	27,7 $\pm$ 0,49	5,66 $\pm$ 0,54	35,2 $\pm$ 0,13	7,06 $\pm$ 0,15
F2N3	27,7 $\pm$ 0,46	6,07 $\pm$ 0,48	35,2 $\pm$ 0,15	7,19 $\pm$ 0,13
F2N6	27,8 $\pm$ 0,43	6,27 $\pm$ 0,58	35,3 $\pm$ 0,17	7,10 $\pm$ 0,20
F4N3	27,7 $\pm$ 0,49	6,09 $\pm$ 0,47	35,2 $\pm$ 0,19	7,13 $\pm$ 0,20
F4N6	27,6 $\pm$ 0,47	5,94 $\pm$ 0,42	35,2 $\pm$ 0,17	7,08 $\pm$ 0,15

### 4.2 Desempenho zootécnico

Os resultados dos parâmetros de desempenho zootécnico de juvenis de tainha (*M. liza*) submetidos a diferentes frequências alimentares e níveis de arraçoamento são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Valores de F, coeficiente de variação (CV), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), fator de condição (FC), sobrevivência (S) e biomassa total (BT) de juvenis de tainha sob diferentes frequências alimentares e níveis de arraçoamento

	GP g	TCE % . dia <sup>-1</sup>	FC g . cm <sup>-3</sup>	BT g
Valores F				
Frequência (F)	10,57**	3,71 ns	5,48*	8,95**
Níveis (N)	9,34**	6,40*	8,69*	5,07*
Interação (N x F)	1,82 ns	1,21 ns	2,62 ns	0,85 ns
CV %	19,99	10,49	3,21	13,95
Freq. Alimentar				
Vezes / dia				
1	5,29 <sup>b</sup>	1,34 <sup>b</sup>	1,15 <sup>ab</sup>	253,36 <sup>b</sup>
2	7,83 <sup>a</sup>	1,70 <sup>ab</sup>	1,17 <sup>a</sup>	317,37 <sup>ab</sup>

4	9,16 <sup>a</sup>	1,86 <sup>a</sup>	1,10 <sup>b</sup>	357,96 <sup>a</sup>
Níveis de Arraçoamento				
%				
3	6,36 <sup>b</sup>	1,43 <sup>b</sup>	1,12 <sup>b</sup>	286,63 <sup>b</sup>
6	8,50 <sup>a</sup>	1,84 <sup>a</sup>	1,17 <sup>a</sup>	332,49 <sup>a</sup>

\* (p < 0,05), \*\* (p < 0,01), ns (não significativo). Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente.

#### 4.2.1 Sobrevivência

Durante o período experimental não foi observado mortalidade dos peixes nos diferentes tratamentos empregados. Este pode ser um indicador que a frequência alimentar e os níveis de arraçoamento empregados nesse estudo foram capazes de atender às demandas nutricionais para manutenção da vida dos juvenis de *M. liza*.

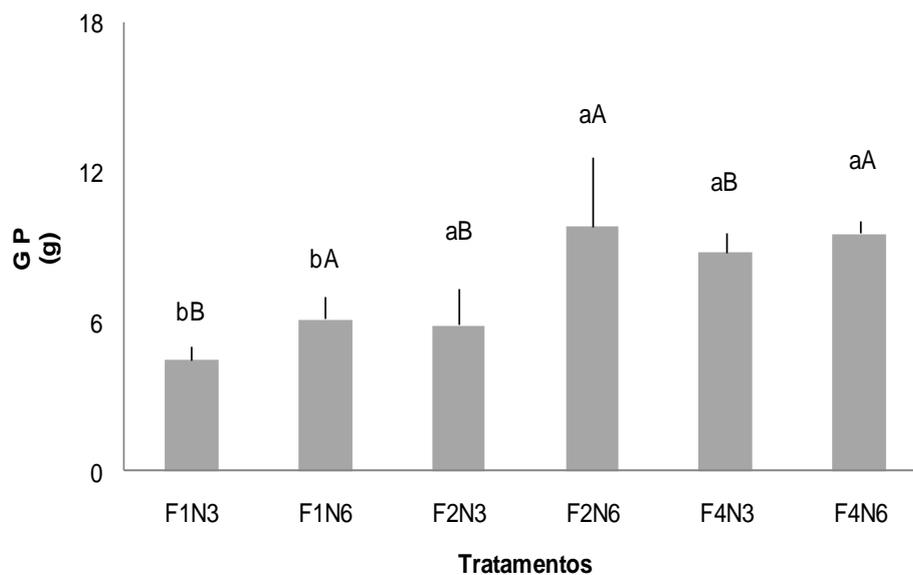
#### 4.2.2 Ganho de Peso

O nível de arraçoamento influenciou significativamente o ganho de peso (GP), que demonstrou relação direta com o aumento do nível. Os tratamentos que receberam a dieta com 6% p.v. apresentaram GP superiores aos alimentados com 3% p.v. Os resultados referentes ao ganho de peso das tainhas *Mugil liza* nos diferentes tratamentos estão descritos na Figura 2.

Os dados obtidos com o presente estudo estão de acordo com o ensaio realizado para “cuneate drum” (*Nibeia miichthioides*) que demonstrou a relação existente entre GP e o aumento do nível de arraçoamento, (WANG *et al.*, 2007).

O GP também foi diretamente influenciado pelo aumento da frequência alimentar e os tratamentos que receberam a dieta uma vez ao dia apresentaram desempenho significativamente inferior aos demais tratamentos (p < 0,01). A maior média de GP foi alcançada pelo tratamento F2N6 (9,81 ± 2,11g) que não diferiu dos demais tratamentos, exceto pelo tratamento F1N3 (4,45 ± 0,37g).

Os resultados obtidos nesse estudo corroboram com o indicativo de maximização do desempenho produtivo em peixes a partir do aumento da frequência alimentar, e demonstrou que aumentar a frequência em excesso pode não influenciar o desempenho positivamente.



**Figura 2:** Ganho de Peso obtido nas diferentes frequências alimentares e níveis de arraçoamento do ensaio de crescimento de juvenis de tainhas *Mugil liza*.

A frequência alimentar nos estudos encontrados na literatura é diversa e contraditória, indicando uma especificidade quanto ao ganho de peso em peixes.

Wu *et al.* (2015), ao estudarem o desempenho de juvenis de “Golden Pompano” (*Trachinotus ovatus*), verificaram que o aumento da frequência alimentar proporcionou o maior GP e nas frequências de 3 e 4x ao dia médias foram superiores. Contudo, a observação em determinadas espécies mostrou que o GP não apresentou diferenças significativas com maiores frequências, para Lambari do rabo amarelo (*Astyanax bimaculatus*) por Hayashi (2004); em alevinos híbridos de Peixe-lua (*Lepomis cyanellus x L. macrochirus*) por Wang *et al.* (1998); em alevinos de “Ayu” (*Plecoglossus altivelis*) por Cho *et al.* (2003); por Zhao *et al.* (2016). Os resultados do presente estudo e os pesquisados na literatura indicam que o melhor aproveitamento digestivo dos peixes é bastante espécie-específico e não podem ser extrapolados de uma espécie para outra.

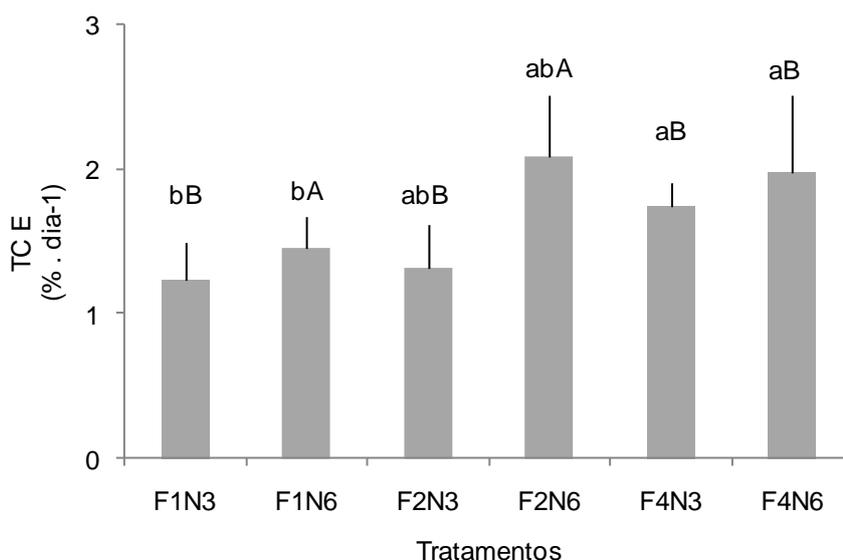
A morfologia do aparelho digestório e o hábito alimentar influenciam diretamente no processo de digestão, imprimindo diferenças de velocidades na passagem do bolo alimentar pelo intestino. O melhor desempenho nas frequências maiores pode ser explicado pela capacidade de absorção em relação à velocidade do trânsito gastrointestinal. O tempo de esvaziamento do trato digestório determina o

apetite e a nova busca pelo alimento (BALDISSEROTTO, 2002). E segundo Chua *et al.* (1978), o consumo de alimento é maior quando o esvaziamento do estômago é completado.

Entretanto, o parcelamento do alimento por frequências maiores, pode aumentar a disputa entre os indivíduos e, possivelmente promover uma heterogeneidade de tamanho e peso (WANG *et al.*, 1998).

#### 4.2.3 Taxa de Crescimento Específico

A frequência alimentar não interferiu ( $P>0,05$ ) na taxa de crescimento específico (TCE) dos peixes neste estudo. Os resultados da taxa de crescimento específico estão descritos na Figura 3.



**Figura 3:** Taxa de crescimento específico obtida nas diferentes frequências alimentares e níveis de arraçoamento do ensaio de crescimento de juvenis de tainhas *Mugil liza*.

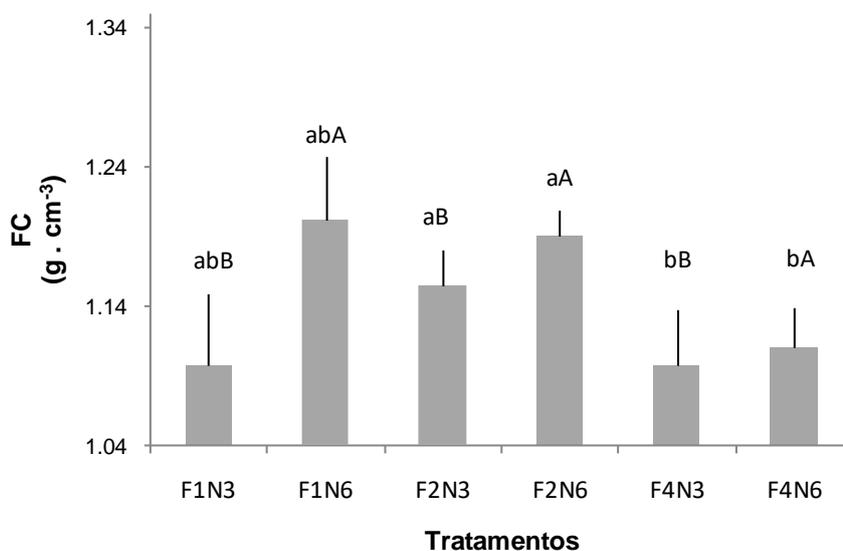
Esta observação também foi constatada para *Sparus aurata* (GOLDAN *et al.*, 1997) e *Salmo salar* (SUN *et al.*, 2014). Em estudos com juvenis de Cobia (*Rachycentron canadum*) os resultados obtidos discordam com os presentes resultados, e apresentam uma curva de crescimento desacelerado com o aumento do índice de arraçoamento (Sun *et al.*, 2006), mais uma vez corroborando com o fato da nutrição dos peixes ser um fator espécie-específico.

A TCE foi influenciada significativamente ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de arraçoamento e foi maior nos peixes submetidos a 6% p.v. dia<sup>-1</sup>, sendo 14% maior quando comparado a 3% p.v. dia<sup>-1</sup>. Ao contrário dos resultados obtidos para *Salmo salar* (SUN *et al.*, 2014) que não apresentaram diferenças entre as taxas de 1 a 6%p.v. dia<sup>-1</sup>.

O aporte do alimento em maiores quantidades proporcionou a elevação da taxa de crescimento diário, o que pode ser explicado pela maior disponibilidade do alimento e menor competição.

#### 4.2.4 Fator de condição

Os resultados para o Fator de Condição obtido nos diferentes tratamentos estão apresentados na Figura 4.



**Figura 4:** Fator de condição obtido nas diferentes frequências alimentares e níveis de arraçoamento do ensaio de crescimento de juvenis de tainhas *Mugil liza*.

As médias encontradas para o Fator de Condição foram maiores com o aumento dos níveis de arraçoamento e decrescente com o aumento da frequência alimentar. O tratamento F1N6 apresentou maior média ( $1,20 \pm 0,03\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) dentre os

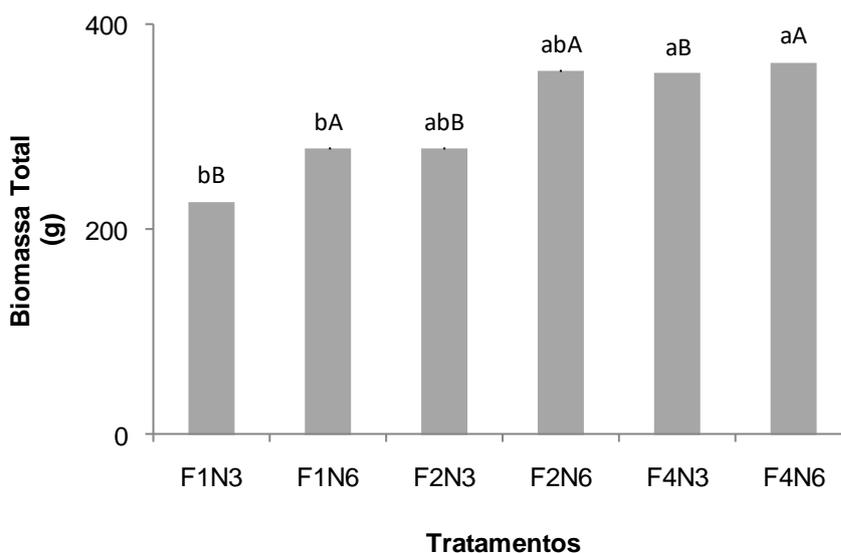
tratamentos analisados, porém verifica-se que em todos os tratamentos o fator condição foi maior que 1,0.

Sun *et al.* (2014) verificaram que o FC não apresentou diferença significativa com o aumento do nível de arraçoamento (1,4% a 1,8% p.v. dia<sup>-1</sup>) em juvenis de salmão, *Salmo salar*.

O fator de condição é um índice que indica o estado de bem-estar do peixe e que não deve variar com o comprimento do peixe, sendo correlacionado com a constante da relação peso-comprimento. Esse índice é amplamente utilizado em estudos de bioecologia e aquicultura com peixes, pois fornece importantes informações sobre o estado fisiológico dos mesmos, correlacionando que indivíduos com maior massa corporal em um dado comprimento estão em melhor condição para enfrentar as adversidades ambientais ou as pressões de cultivo (VAZZOLER, 1996). Peixes com fator de condição acima de 1,0 encontram-se em melhor condição fisiológica para suportar estes impactos.

#### 4.2.5 Biomassa Total

O aumento dos níveis de arraçoamento influenciou significativamente ( $P < 0,05$ ) o parâmetro biomassa total, conforme observado na Figura 5.



**Figura 5:** Biomassa total obtida nas diferentes frequências alimentares e níveis de arraçoamento do ensaio de crescimento de juvenis de tainhas *Mugil liza*.

As médias observadas foram maiores nos tratamentos em que o nível de 6% do p.v. foi aplicado. A maior biomassa encontrada foi no tratamento F4N6 (363,43 ± 9,64g), porém a biomassa total não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ) com diferentes frequências alimentares.

### 4.3 Composição corporal

Os resultados da composição corporal das amostras dos tratamentos F1N6 e F2N6 estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Composição corporal das amostras dos tratamentos F1N6, F2N6 (Média das triplicatas ± desvio padrão)

	F1N6	F2N6
Umidade (g/100g)	63,30 ± 0,11 <sup>a</sup>	62,66 ± 0,23 <sup>b</sup>
Proteína Bruta (g/100g)	17,47 ± 0,02 <sup>a</sup>	18,33 ± 0,16 <sup>b</sup>
Lipídios Totais (g/100g)	13,25 ± 0,12 <sup>a</sup>	13,89 ± 0,06 <sup>b</sup>
Resíduo Mineral Fixo (g/100g)	5,47 ± 0,07 <sup>a</sup>	4,86 ± 0,00 <sup>b</sup>
Matéria seca (g/100g)	36,77 ± 0,23 <sup>a</sup>	37,34 ± 0,17 <sup>b</sup>

Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

As análises da composição corporal demonstraram que a frequência alimentar influenciou ( $P < 0,05$ ) os níveis de Proteína Bruta (PB), Lipídios Totais (LP), Resíduo Mineral (RM) e Matéria seca (MS) presentes no corpo das tainhas.

Os níveis de PB, LT, e MS foram superiores na frequência alimentar de 2 vezes ao dia, enquanto o RM apresentou a menor média ( $P = 0,05$ ).

O teor de matéria seca, proteína bruta, lipídios totais dos juvenis de *Mugil liza* submetidos aos tratamentos F1N6 e F2N6 foram ligeiramente superiores aos resultados reportados por Carvalho *et al.* (2010) em estudo sobre exigência nutricional de juvenis de *Mugil platanus*, que foram submetidos à diferentes níveis de ingestão de proteína, apresentando valores em torno de 29 % de matéria seca, entre 15-16 % de proteína bruta (em base seca), 9 - 10 % de lipídios totais e 4% de cinzas.

Ramos *et al.* (2015) realizaram estudo com juvenis de tainha (*Mugil liza*), que foram submetidos à alimentação com 35% de proteína durante um período de 60 dias. A composição corporal da amostra controle (sem adição de qualquer

suplemento) apresentou 28,6 % de matéria seca, 17,6 % de proteína bruta, 7,5% de lipídios e 3,25% de resíduo mineral fixo, valores muito próximos aos do presente estudo, com exceção de lipídios, que foi menor.

A composição de tainhas extraídas do ambiente natural de diferentes regiões foi reportada por diversos autores. Menezes *et al.* (2008) estudaram a composição centesimal *Mugil cephalus* da Lagoa de Mundau, em Alagoas, encontrando valores no músculo de 22 % de matéria seca 20% de proteína, 2 % de lipídios e 1 % de cinzas. Queiroz *et al.* (2008) também avaliaram a composição do músculo da tainha encontrando aproximadamente 20% de proteína, 4,5 % de lipídios totais e 1 % de cinzas. Viana *et al.* (2013) avaliaram a composição centesimal de tainha (*Mugil spp.*) na região da Bahia durante o período de um ano, encontrando valores que variaram de 18,9 a 23,2% de proteína e 1,2 a 2,7% de lipídios totais. No entanto, não se pode comparar estes resultados com o presente estudo, em que o peixe fora analisado por inteiro, incluindo pele, vísceras e escamas, que contribuem consideravelmente para a composição centesimal. Além disso, as diferenças podem estar associadas ao fato de que os peixes, em seu ambiente natural, nadam em busca do alimento e conseqüentemente acumulam menos gordura nos tecidos.

#### 4.4 Perfil de ácidos graxos

Os ácidos graxos foram divididos nas categorias saturados, monoinsaturados e polinsaturados e o seu perfil presente nas amostras dos juvenis de *Mugil liza* para as duas frequências alimentares estão apresentados na Tabela 7.

Os resultados expressam o percentual de ácidos graxos no total de ácidos graxos das amostras. Para os ácidos graxos saturados, que representam respectivamente 35,02% e 35,98% do total de ácidos graxos, os mais abundantes foram o ácido palmítico (C16:0), o esteárico (C18:0) e o mirístico (C14:0) apresentando respectivamente  $25,2 \pm 0,2$  %,  $6,3 \pm 0,2$  % e  $2,0 \pm 0,1$ % para o tratamento F1N6 e  $26,6 \pm 0,5$  %,  $5,9 \pm 0,3$  % e  $2,0 \pm 0,1$ % para F2N6. Esses valores estão condizentes com o perfil de ácidos graxos saturados de *Mugil spp* reportados por Andrade *et al.* (2009), que encontrou teores de 23,34% de C16:0 (palmítico), 5,04% de C18:0 (esteárico), seguido de 5% de C14:0 (mirístico), sendo este último levemente superior ao do presente estudo.

**Tabela 7.** Composição de ácidos graxos (percentual de ésteres metílicos de ácidos graxos no total de ésteres metílicos de ácidos graxos) na musculatura dos peixes (corpo sem cabeça) submetidos aos tratamentos F1N6 e F2N6.

Ácidos graxos	F1N6	F2N6
C14:0	2,024 ± 0,110	1,998 ± 0,067
C15:0	0,320 ± 0,014	0,297 ± 0,013
C16:0	25,155 ± 0,216	26,612 ± 0,446
C17:0	0,591 ± 0,017	0,560 ± 0,029
C18:0	6,307 ± 0,204	5,921 ± 0,027
C20:0	0,410 ± 0,009	0,394 ± 0,018
∑ Ácidos Graxos Saturados <sup>a</sup>	35,027 ± 0,310	35,982 ± 0,483
C16:1 n-7	5,141 ± 0,153	5,478 ± 0,135
C17:1 cis	0,368 ± 0,015	0,332 ± 0,020
C18:1 n-7	2,734 ± 0,068	2,712 ± 0,053
C18:1 n-9	26,419 ± 0,331	26,989 ± 0,655
C20:1 n-9	1,609 ± 0,058	1,519 ± 0,079
C20:1n-11	0,263 ± 0,016	0,221 ± 0,032
C22:1 n-9	0,156 ± 0,005	0,138 ± 0,008
C22:1 n-11	0,685 ± 0,074	0,570 ± 0,159
C24:1 n-9	0,153 ± 0,011	0,140 ± 0,017
∑Ácidos Graxos monoinsaturados <sup>b</sup>	37,611 ± 0,361	38.166 ± 0,367
C18:2 n-6(Linoleico)	14,518 ± 0,250 <sup>a</sup>	14,042 ± 0,229 <sup>b</sup>
C18:3 n-3 (Linolênico)	0,953 ± 0,039 <sup>a</sup>	0,903 ± 0,037 <sup>b</sup>
C20:4 n-6 (Araquidônico)	0,819 ± 0,077 <sup>a</sup>	0,648 ± 0,042 <sup>b</sup>
C20:5 n-3 (Ecosapentaenoico)	0,660 ± 0,046 <sup>a</sup>	0,486 ± 0,091 <sup>b</sup>
C22:5 n-3 (Docosapentaenoico)	0,775 ± 0,043	0,610 ± 0,098
C22:6 n-3 (Docosahexaenóico)	2,830 ± 0,240 <sup>a</sup>	2,013 ± 0,374 <sup>b</sup>
∑Ácidos graxos n-3 <sup>c</sup>	5,218 ± 0,272	4,012 ± 0,585
C18:1 Isômeros trans	0,293 ± 0,076	0,366 ± 0,053
C18:2 isômeros trans	1,319 ± 0,113	1,534 ± 0,113
∑Total trans <sup>d</sup>	2,594 ± 0,086	2,903 ± 0,184

<sup>a</sup> Somatório de C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C20:0, C22:0, C24:0

<sup>b</sup> Somatório de C14:1cis, C16:1 n-7, C17:1cis, C18:1 n-9, C18:1 n-7, C20:1 n-11, C20:1 n-9, C22:1 n-11, C22:1 n-9, C24:1 n-9

<sup>c</sup> Somatório de C18:3 n-3, C20:5 n-3; C22:5 n-3; C22:6 n-3

<sup>d</sup> Somatório de C14:1 trans, C16:1 trans, C18:1 trans, C18:2 trans. Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente (P < 0,05).

Dentre os ácidos monoinsaturados que totalizam 37,61 ± 0,36% e 38,17 ± 0,37% do total de ácidos graxos nas amostras F1N6 e F2N6 respectivamente, os

que apresentaram maior teor foram o ácido palmitoléico (C16:1 n7) com  $5,1 \pm 0,2$  % para F1N6 e  $5,5 \pm 0,1$  % para F2N6 e o ácido oleico (C18:1 n9) com  $26,4 \pm 0,3$  % (F1N6) e  $27,0 \pm 0,7$  % (F2N6). Esses resultados diferem dos encontrados por Menezes *et al.* (2009) em tainhas *Mugil cephalus* extraídas do ambiente natural, que apresentaram um teor de ácidos graxos de 7,60% de ácido palmitoléico (C16:1) e 6,27% de ácido oleico (C18:1n9).

Os ácidos graxos poli-insaturados mais proeminentes nas tainhas analisadas foram o ácido linoleico (LA 18:2n-6) que apresentou  $14,5 \pm 0,3$  % para F1N6 e  $14,0 \pm 0,2$  % para F2N6 e o ácido docosahexaenoico (DHA 22:6n-3), que apresentou  $2,8 \pm 0,2$  % (F1N6) e  $2,0 \pm 0,4$  %, este último de grande importância para nutrição de peixes marinhos (SARGENT *et al.*, 1999b, IZQUIERDO *et al.*, 2000). Porém, apresentaram quantidades reduzidas do ácido Linolênico (LNA 18:3n-3 =  $0,95 \pm 0,04$  % para F1N6 e  $0,90 \pm 0,04$  % para F2N6), ácido eicosapentaenoico (EPA 20:5n-3 =  $0,7 \pm 0,1$  % para F1N6 e  $0,5 \pm 0,1$  % para F2N6), e ácido araquidônico (ARA 20:4n-6 =  $0,8 \pm 0,1$  % para F1N6 e  $0,7 \pm 0,1$  % para F2N6).

Estes resultados diferem aos apresentados por Menezes *et al.* em estudo com *Mugil cephalus*, que encontraram teores de 6,28% de ácido Linoleico (C18:2n-6), 5,61 % de alfa-linolênico (C18:3n-3), 2,97% de ácido araquidônico (C20:4n-6), 5,42 % de EPA (C20:5n-3), 4,79% de Docosopentaenoico (22:5n-3) e 5,05% de DHA (C22:6n-3). A comparação entre os dois estudos permite inferir sobre a fonte lipídica do alimento e o seu metabolismo (ração de onívoros dulcícolas versus alimento autóctone marinho, respectivamente), relacionando-os com o acúmulo nos tecidos dos peixes.

A alta concentração do ácido linoléico (18:2n-6) nas amostras dos peixes pode estar relacionado com as fontes lipídicas e suas concentrações encontradas na composição da ração deste ensaio (VISENTAINER *et al.*, 2005). Em estudos anteriores, foi constatado que a inclusão de óleos vegetais reduziu a concentração do EPA (20:5n-3) e do DHA (22:6n-3) na carne dos peixes (TORSTENSEN *et al.*, 2000; BELL *et al.*, 2001).

Segundo Horrobin (1991), uma dieta composta por altas concentrações de ácidos graxos da série n-6 pode inibir o metabolismo do LNA (precursor de EPA e DHA). Entretanto, a preferência das enzimas desaturases ( $\Delta 5$  e  $\Delta 6$ ) é maior pela

série n-3, que em vias normais a inibição se dá no metabolismo dos ácidos graxos poli-insaturados da série n-6 (ZHENG *et al.*, 2004).

O perfil de ácidos graxos poli-insaturados encontrados na amostra das tainhas permite observar uma redução ( $P < 0,05$ ) dos níveis destes PUFAs entre os tratamentos F1N6 e F2N6, à medida que a frequência alimentar aumenta de 1 para 2x ao dia. Na ordem decrescente de redução encontramos o DHA (28,6%), EPA (28,6%), ARA (12,5%) LNA (5,3%) e LA (3,5%). A razão desta redução poderia ser explicada pelo ganho de peso maior no tratamento F2N6, onde o gasto energético para crescimento diminuiria o acúmulo de DHA e EPA. Este resultado discorda dos valores encontrados para *Centropristis striata* por Russo *et al.*, (2017) que observaram a inexistência de diferença do perfil de ácidos graxos (PUFAs) entre as frequências aplicadas.

O perfil destes ácidos graxos nos peixes cultivados apresentaram uma relação DHA:EPA:ARA de 3,5:0,8:1,0 para o tratamento F1N6 e 3,3:0,8:1,0 para F2N6, demonstrando claramente a baixa quantidade de EPA em relação aos demais ácidos graxos essenciais. Os ácidos graxos da série n-6 foram predominantes entre os poli-insaturados, representando 15,3% (F1N6) e 14,7% (F2N6) do total de ácidos graxos das amostras.

A ração ofertada apresentou uma relação n-3/n-6 desbalanceada (0,25) para estes ácidos graxos. Segundo Steffens (1997), a relação ideal de n-3/n-6 da dieta deve ser aproximada da relação n-3/n-6 dos itens alimentares encontrados no ambiente natural e para peixes marinhos deve corresponder entre 5 a 10. O reflexo da dieta foi observado nos peixes, que apresentaram a relação n-3/n-6 igual a 0,34 (F1N6) e 0,27 (F2N6), corroborando com a premissa que a composição lipídica dos peixes é dependente da composição da dieta (VISENTAINER *et al.*, 2005).

Estudos com o metabolismo de ácidos graxos em peixes marinhos são escassos e por este motivo, é importante a continuidade das pesquisas para elucidar estas lacunas no entendimento e interpretação do perfil de ácidos graxos nas tainhas *M. liza* e sua relação com o crescimento das mesmas em aquicultura.

## 5 CONCLUSÃO

O melhor desempenho zootécnico no cultivo de juvenis de tainha (*Mugil liza*) foi obtido pelo tratamento com duas frequências alimentares, ao nível de 6% do peso vivo e que apresentou o maior ganho de peso, taxa de crescimento específico e Biomassa total. Apesar de não apresentar diferenças estatísticas de ganho de peso entre F4N6, aconselha-se a menor frequência nesse caso por diminuir o custo com o emprego de mão-de-obra. Estudos complementares são necessários para averiguação hipotética da ação de enzimas no metabolismo de *Mugil liza* para viabilizar fontes alternativas de PUFAs em substituição ao óleo de peixe.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, G. de Q.; BISPO, E. S.; DRUZIAN, J. I. Avaliação da qualidade nutricional em espécies de pescado mais produzidas no Estado da Bahia. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 721-726, Dez. 2009

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 17. ed. - Gaithersburg: AOAC International, 2000. 2v.

BARROSO, M. V., CASTRO, J. C., AOKI, P. C. M., HELMER, J. L. Valor nutritivo de alguns ingredientes para o robalo (*Centropomus parallelus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.6, p.2157-2164, 2002.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 212p.

BELL, J. G. et. al. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid composition and hepatocyte fatty acid metabolism. **Journal of Nutrition, Philadelphia**, v.131, p. 1535-1543, 2001.

BELL, J. G. *et al.* Rapessed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil "wash out". **Aquaculture**, v.218, p.515-528, 2003.

BENETTI, D. D., MATERA, J. A., STEVENS, O. M., ALARCÓN, J. F., FEELEY, M. W., ROTMAN, F. J., MINEMOTO, Y., BANNER-STEVENS, G., FANKE, J., ZIMMERMAN, S., ELDRIDGE, L. Growth, survival and feed conversion rates of hatchery-reared mutton snapper *Lutjanus analis* cultured in floating net cages. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.33, n.3, p. 349-357, 2002.

BOYD, C. **Water quality in ponds for aquaculture**. London: Birmingham Publishing Co, 1990. 482p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 5, de 21 de maio de 2004. Reconhece como espécies ameaçadas de extinção e espécies sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração, os invertebrados aquáticos e peixes, constantes dos Anexos a esta Instrução Normativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo. Brasília, DF, 28 mai. 2004. Seção 1. p. 136 – 142.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA Nº 445, de 17 de dezembro de 2014. Reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção". **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo. Brasília, DF, 18 dez. 2014. Seção 1. p.126

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura/Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 03 de 14 de maio de 2015. Aprova o Plano de Gestão para o uso sustentável da Tainha, *Mugil liza* Valenciennes, 1836, no Sudeste e Sul do Brasil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo. Brasília, DF, 15 mai. 2015. Seção 1. p. 24.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo. Brasília, DF, 26 dez. 2003. Seção 1. p. 33-34.

CARVALHO, C. V. A.; BIANCHINI, A. T.; TESSER, M. B.; SAMPAIO, L. A. The effect of protein levels on growth, postprandial excretion and tryptic activity of juvenile mullet *Mugil platanus* (Gunther). **Aquaculture Research**, v.41, n. 4, p. 468-460, 2010.

CHO, S. H.; LIM, Y. S.; LEE, J. H.; LEE, J. K.; PARK, J. Effects of Feeding Rate and Feeding Frequency on Survival, Growth, and Body Composition of Ayu Post-Larvae *Plecoglossus altivelis*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.34, n.1, p. 85-91. 2003.

CHUA, THIA-ENG; SENG-KEH, TENG. Effects of feeding frequency on the growth of young estuary grouper, *Epinephelus tauvina* (Forskål), cultured in floating net-cages. **Aquaculture**, v. 14, n. 1, p. 31-47, 1978.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA, O. R. **Fennema's food chemistry**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2008. 1144 p.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016**: Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp, 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/publications/sofia/2016/en/?platform=>>> Acesso em: 09 ago. 2017.

FAO. Fisheries and Aquaculture Department. Fishery and Aquaculture Country Profiles: Brazil (2010). In: FAO. Fisheries and Aquaculture Department. **Country Profile Fact Sheets** [online]. Roma, Jun. 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/facp/BRA/en#pageSection2>> Acesso em: 01 ago. 2017

FAO. **Yearbooks of fishery statistics: summary tables**. Rome: FAO, 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 02 abr. 2015.

GALVÃO, M. S. N.; FENERICH-VERANI, N.; YAMANAKA N.; OLIVEIRA, I. R. Histologia do sistema digestivo da Tainha *Mugil platanus* Gunthet 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) durante as fases larval e juvenil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 24, p. 91-100, 1997.

GLENCROSS, B. D. Exploring the nutritional demand for essential fatty acids by aquaculture species. **Reviews in Aquaculture**, v. 1, n. 2, p. 71-124, 2009.

GOLDAN, O.; POPPER, D.; KARPLUS, I. Management of size variation in juvenile gilthead sea bream (*sparus aurata*). I. particle size and frequency of feeding on dry and live food. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 152, n.1, p. 181-190, 1997.

GARCIA, A. S.; GONÇALVES, L. U.; CAVALLI, R. O.; VIEGAS, E. M. M. Lipídios. In: FRACALOSI, D. M.; CYRINO, J. E.P. **Nutriaqua** – Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. 1ª edição ampliada. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2013.

HAYASHI, C.; MEURER, F.; BOSCOLO, W. R.; LACERDA, C. H. F.; KAVATA, L. C. B. Frequência de arraçoamento para alevinos de Lambari do Rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.21-26, 2004.

HARTMAN, L., & LAGO, R. C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory practice**, v. 22, n. 6, 475-476, 1973.

HORROBIN, D. F. Interactions between n-3 and n-6 essential fatty acids (EFAs) in the regulation of cardiovascular disorders and inflammation. **Prostaglandins Leukotrienes Essential Fatty Acids**, v.44, p. 127-131, 1991.

IZQUIERDO, M. S.; SOCORRO, J.; ARANTZAMENDI, L.; HERNÁNDEZ-CRUZ. Recent advances in lipid nutrition in fish larvae. **Fish Physiol. Biochem.** 22, 97-107. 2000.

KAUSHIK, S. J.; MÉDALE, F. Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. **Aquaculture**, v. 124, n. 1-4, p. 81-97, 1994.

LEHNINGER, A.L., NELSON, D.L. & COX, M.M. **Principles of biochemistry**. New York, Worth Publishers, 1993. 1013p.

LIAO, I. C., SU, H. M., CHANG, E. Y. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. **Aquaculture**, 200, p.1-31. 2001.

MAIA, E.L.; OGAWA, M. Química do pescado: Lipídeos. In: OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de Pesca: ciência e tecnologia do pescado**. 1.ed. São Paulo: Varela, 1999. Cap. 4, p.49 a 55.

MARTE, C. L. Larviculture of marine species in Southeast Asia: Current research and industry prospects. **Aquaculture**, v. 227, p 293-304. 2003

MARTIN, C. A. *et al.* Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 6, p. 761-770, Dez. 2006. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732006000600011>>. Acesso em: 01 Ago. 2017.

MENEZES, M. E. S.; LIRA, G. M.; OMENA, C. M. B., FREITAS, J. D. ; SANT'ANA, A. E.. Composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos dos peixes tainha (*Mugil cephalus*) e camurim (*Centropomus undecimalis*) da Lagoa Mundaú – AL/Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 67, n. 2, p. 89-95, 2008.

MEURER, F., HAYASHI, C., BOSCOLO, W. R., SOARES, C. M. (2002) Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 31, n.2, p. 566-573, 2003.

MIRANDA-FILHO, K. C., TESSER, M. B., SAMPAIO, L. A., GODINHO, H. M. Tainha. In: BALDISSEROTTO, B., GOMES, L. C. **Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil**. UFSM Press: Santa Maria, p. 541-558, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrients requirements of fish**. Washington: National Academy, 1993.

NELSON, J.S.; GRANDE, T.C.; WILSON, M.V.H. Fishes of the World, 5th Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2016. 752p.

NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. **Manual de Laboratórios: Solo, Água, Nutrição Vegetal, Nutrição Animal e Alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313p.

OCEANA. **Protegendo a tainha**: Tainha, características biológicas e vulnerabilidades. Disponível em: <<http://brasil.oceana.org/en/protegendo-tainha/tainha-caracteristicas-biologicas-e-vulnerabilidades>> Acesso em: 08 ago. 2017.

O'FALLON, J. V., BUSBOOM, J. R., NELSON, M. L., & GASKINS, C. T. A direct method for fatty acid methyl ester synthesis: application to wet meat tissues, oils, and feedstuffs. **Journal of Animal Science**, v. 85, n.6, p 1511-1521, 2007.

OLIVEIRA, A. F. & BEMVENUTI, M.A. Ciclo de vida de alguns peixes da lagoa dos Patos, RS, informações para o ensino fundamental e médio. **Cadernos de Ecologia Aquática**, v.1, n. 2, p.16-19. 2006.

OLSEN, Y., VAN DER MEEREN, T., REITAN, K. Y. (2004). First feeding technology. In: MOKSNESS, E., KJORSVIK, E., OLSEN, Y. Oxford: Backwell Publishing Ltd, **Culture off cold-water marine fish** p. 291-336

PERINI, J. A. D. L. *et al.* Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 6, p. 1075-1086, Dez. 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732010000600013>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

RAJKUMAR, M., VASAGAM, K. P. K. Suitability of copepod, *Acartia clausi* as a live feed for Seabass larvae (*Lates calcarifer* Bloch): Compared to traditional live food organisms with special emphasis on the nutritional value. **Aquaculture**, v. 261, 649-658, 2006.

- RAMOS, L.R.V.; ROMANO, L.A.; MONSERRAT, J.M.; ABREU, P.C.; VERDE, P.E., TESSER, M.B., Biological responses in mullet *Mugil liza* juveniles fed with guar gum supplemented diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 205, p. 98-106, 2015.
- RUSSO, T., BOGLIONE, C., DE MARZI, P., CATAUDELLA, S. Feeding preferences of the dusky grouper (*Epinephelus marginatus*, Lowe 1834) larvae reared in semi-intensive conditions: A contribution addressing the domestication of this species. **Aquaculture**, v.289, p. 289-296, 2009
- SAKAKURA, Y., SHIOTANI, S., CHUDA, H., HAGIWARA, A. Flow field control of the larviculture of seven-band grouper *Epinephelus septemfasciatus*. **Aquaculture**, v. 268, p. 209-215, 2007
- SARGENT J.R., HENDERSON R.J. (1995) Marine (*n*-3) polyunsaturated fatty acids. In: Hamilton R.J. (eds) **Developments in Oils and Fats**. Springer, Boston, MA
- SARGENT, J., BELL, G., McEVOY, L., TOCHER, D., ESTEVES, A. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. **Aquaculture** 177, 191-199, 1999
- SARGENT, J., R., TOCHER, D. R., BELL, J. G. The Lipids. In: HALVER, J. E., HARDY, R. W. **Fish Nutrition**. San Diego: Academic Press, p.181-257, 2002
- SHIAU, S.Y. Utilization of carbohydrates in warmwater fish – with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Aquaculture**, v.151, p.79-96, 1997.
- STEFFENS, W. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. **Aquaculture**, Amsterdam, v.151, p.97–119, 1997.
- SUN, Lihua *et al.* Growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) relative to ration. **Aquaculture**, v. 257, n. 1, p. 214-220, 2006.
- SUN, G.; LIU, Y.; QIU, D.; YI, M.; LI, X.; & LI, Y. Effects of feeding rate and frequency on growth performance, digestion and nutrients balances of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in recirculating aquaculture systems (RAS). **Aquaculture Research**, v.47, n. 1, p.176–188, 2014.
- TOCHER, D.R., Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids and aquaculture in perspective. **Aquaculture**, v.449, p. 94-107, Dez. 2015
- TORTENSEN, B.E.; LIE, O.; FROYLAND, L. Lipid metabolism and tissue composition in Atlantic salmon (*Salmo salar*)—effects of capelin oil, palm oil and oleic-enriched sunflower oil as dietary lipid sources. **Lipids**, v.35, p.653–664, 2000.

VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; BORGHETTI, J. R. **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Ed. Brasília: CNPq/MCT, 2000. 399 p.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: NUPELIA, 169 p. 1996.

VIANA, Z. C. V.; SILVA, E.; FERNANDES, G. B.; SANTOS, V. L. C. S. Composição centesimal em músculo de peixes no litoral do estado da Bahia/ Brasil. **Rev. Ciênc. Méd. Biol.**, Salvador, v.12, n.2, p.157-162, mai./ago. 2013

VISENTAINER, J. V. *et al.* Influence of diets enriched with flaxseed oil on the  $\alpha$ -linolenic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic fatty acid in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Food Chemistry**, v.90, p.557-560, 2005.

WANG Y.; KONG L. J.; LI K & BUREAU D.P. Effects of feeding frequency and ration level on growth, feed utilization and nitrogen waste output of cuneate drum (*Nibea miichthioides*) reared in net pens. **Aquaculture**, 271, p.350–356, 2007.

WATANABE, W. O., ELLIS, E. P., ELLIS, S. C., CHAVES, J., MANFREDI, C. (1998) Artificial propagation of mutton snapper *Lutjanus analis*, a new candidate marine fish species for aquaculture. **Journal of the World Aquaculture Society**, 29 (2) 176-187.

WU, Y.; HAN, H.; QIN, J.; WANG, Y. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, body composition and waste output of juvenile golden pompano (*Trachinotus ovatus*) reared in net pens. **Aquaculture Research**, v. 46, n.6, p.1436-1443, 2015.

ZANOTTO, D.L.; NICOLAIEWSKY, S.; FERREIRA, A.S. *et al.* Granulometria do milho na digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.428-436, 1995.

ZHENG, X.; D.R. TOCHER, C.A. DICKSON, J.G. BELL, and A.J.TEALE. Effects of diet containing vegetable oil on expression of genes involved in highly unsaturated fatty acid biosynthesis in liver of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, v. 236, p. 467-483, 2004

ZHAO, S., HAN, D., ZHU, X., JIN, J., YANG, Y.; XIE, S. (2016), Effects of feeding frequency and dietary protein levels on juvenile allogynogenetic gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) var. CAS III: growth, feed utilization and serum free essential amino acids dynamics. **Aquac Research**, 47: 290–303.