



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**JOHN LENON RODRIGUES LEITE**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E MORFOLOGIA DE ÓRGÃOS DE TILÁPIA  
DO NILO CULTIVADAS SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS  
ALIMENTARES COM CICLOS CURTOS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

**CRUZ DAS ALMAS**

**2021**

**JOHN LENON RODRIGUES LEITE**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E MORFOLOGIA DE ÓRGÃOS DE TILÁPIA  
DO NILO CULTIVADAS SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS  
ALIMENTARES COM CICLOS CURTOS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. José Arlindo Pereira

Co-orientadora: Dr<sup>a</sup>. Edenilce de Fátima F. Martins

**Cruz das Almas**

**2021**

**JOHN LENON RODRIGUES LEITE**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E MORFOLOGIA DE ÓRGÃOS DE TILÁPIA DO NILO  
CULTIVADAS SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS ALIMENTARES COM CICLOS  
CURTOS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Pesca como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca, outorgado pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Aprovada em 17/05/2021



---

Dr. José Arlindo Pereira (orientador)

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



---

Dr<sup>a</sup>. Edenílce de Fátima Ferreira Martins

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



---

M.Sc. André Lima Ferreira

Universidade Federal de Minas Gerais

O presidente da Banca Examinadora atesta, na condição de servidor público e gozando de fé pública, que a sessão de defesa do TCC foi realizada com a participação dos membros por webconferência.

*“Vou mostrando como sou  
E vou sendo como posso,  
Jogando meu corpo no mundo,  
Andando por todos os cantos  
E pela lei natural dos encontros  
Eu deixo e recebo um tanto  
E passo aos olhos nus  
Ou vestidos de lunetas  
Passado, presente  
Participo sendo o mistério do planeta.”*

**Novos Baianos  
Mistérios dos Planetas (1972)**

## AGRADECIMENTOS

Se encerra mais um ciclo de minha vida, mais uma etapa da minha formação acadêmica. Essa jornada me proporcionou muitos aprendizados e um crescimento que levarei para vida toda. Hoje é com emoção que escrevo estes agradecimentos.

Eu sou uma pessoa que tem que agradecer a todos que me rodeiam, agradecer por tudo. Cheguei à conclusão que sou muito dependente. Ao iniciar o dia dependo de uma informação, de uma opinião, de uma palavra amiga ou algo carismático, sei que encontrarei sempre em minha família e amigos, são eles que me ensinam todas as coisas, seja algo profissional ou pessoal, também tenho aqueles que ensina a malandragem da vida, minha família e meus amigos são pau pra toda obra, companheiros de vida.

Agradeço a minha mãe Marlene, que para os íntimos se chama peixe frito, maravilhoso apelido, ela todos os dias está ali torcendo pelo meu sucesso, a meu pai Edmundo, coroa sempre sorridente e um ótimo comparsa de copo. A meu irmão Vinicius, parceria forte para todos os momentos e um ótimo amigo.

Agradeço a minha Vó Nem, mulher que admiro e amo, toda preocupada com tudo e todos, muito linda. A minha tia Gil, exemplo de ser professora, meu outro exemplo de guerreira. A minhas tias Anne, Manuela e Luciene, a meu padrinho “Sinho” que sempre estavam presentes e dispostos a bater um papo, dar conselhos e puxões de orelha. “Bora tomar uma? Vamos jogar poker? Bater um dominó?”. Nossas vidas não teriam graça sem essas combinações. Pra gente sempre é hora de assar uma carne e descontrair. Meus primos, nós temos o mundo inteiro para explorar. Família amo vocês.

Agradeço a meu professor Rodrigo Fortes por me permitir aprender e conviver de perto com a pesquisa, a meu orientador Arlindo Pereira o homem mais jovial que conheço, muito espirituoso, a minha coorientadora Edenilce Martins por me mostrar um verdadeiro exemplo profissional e por ser essa pessoa incrível que é, por todo seu apoio, respeito e amizade.

Agradeço ao grupo AQUA UFRB, laboratório em que entram pessoas muito malucas e dedicadas, comprometidas à pesquisa e a um bom churrasco, conheci muita gente incrível então não vou ousar a citar nomes, nosso grupo é bem grande e muito diverso, mas obrigado a cada estagiário e pos graduando pelo

companheirismo, as conversas, cafés e momentos de descontração, a companhia de vocês torna o dia-a-dia mais leve, sem vocês nada seria possível.

Agradeço a Vanessa Souza e José Antonio por todo apoio e parceria nesse trabalho, pela amizade e leveza na nossa rotina cheia. O meu nobre amigo Grande Vitor, nosso estagiário e meu maravilhoso parceiro. Só desejo coisas boas na vida de cada um.

Agradeço a Universidade Federal do Recôncavo Baiano – UFRB pela oportunidade de realizar minha formação acadêmica em uma instituição pública de excelência qualidade de ensino.

Agradeço ao Programa PIBIC e agências de fomento Capes e CNPq pelo apoio financeiro e pela oportunidade de desenvolver minha pesquisa e amadurecer como pesquisador.

Agradeço a meu amigo, meu companheiro, meu cúmplice, meu guia, meu dicionário, minha força, meu amor Hugo Lima, esse menino transformou meu mundo em um lugar melhor, mais vivo. Te amo, “Hugostoso”.

Agradeço a minha amiga Maria Caroline: “Professor, pode ser em dupla?”. É isso, à minha família SILVA, meus totós lindos, Fábria, Lanne e Junior, cada momento é eterno quando estou com vocês, reggae é com a gente mesmo, esses encontros fazem falta! A Ângela por me mostrar o lado sincero e afiado de uma amizade, me ensinou a olhar sempre pra frente, a meu amigo Erick Oliveira, a gente se dá tão bem, né, você é muito foda. Ao meu grupo JAMA, galerinha massa que marcou minha vida e que levo cada um em meu peito. A meus amigos de infância e de vida “Os pivas” no fim tudo dar certo. A meu grupo cheio de amor “Os safadinhos” Dalila e Carol vamos lá! a gente tem muita garra e força, sem choro e sem mimimi. A distância física nunca foi um problema pra nossas relações.

A vocês o meu mais sincero obrigado.

Ouvi dizer por aí que no fim do arco-íris existi um pote de ouro.

## SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO .....	11
2.0	REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1	Espécie Tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) (Linnaeus 1758) .....	13
2.2	Estratégias alimentares .....	14
2.2.1	Taxa de Alimentação .....	16
2.2.2	Saciedade aparente .....	17
2.2.3	Auto alimentação .....	17
3.0	RESTRIÇÃO/PRIVAÇÃO ALIMENTAR .....	18
4.0	MORFOMETRIA DE ÓRGÃOS .....	20
5.0	OBJETIVO .....	22
5.1	Objetivo geral .....	22
5.2	Objetivos específicos .....	22
6.0	MATERIAL E MÉTODOS .....	23
7.0	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
8.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	38
9.0	BIBLIOGRAFIA .....	39

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Tilápia - <i>Oreochromis niloticus</i> .....	13
Figura 2. Sistema de autoalimentação para peixes acionado por sensor infravermelho.....	24
Figura 3. Alimentadores de auto demanda dispostos sobre tanques de 310L.....	24
Figura 4. Estômago Auto demanda com restrição alimentar.....	36
Figura 5. Estômago Saciedade aparente com restrição alimentar .....	36
Figura 6. Fígado Auto demanda com restrição alimentar.....	36
Figura 7. Fígado Saciedade aparente com restrição alimentar .....	36
Figura 8. Baço Auto demanda com restrição alimentar.....	36
Figura 9. Gônadas Auto demanda com restrição alimentar .....	36
Figura 10. Intestino Saciedade aparente com restrição alimentar.....	37
Figura 11. Rim Saciedade aparente com restrição alimentar.....	37



## LISTAS DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros de desempenho zootécnicos em diferentes estratégias alimentares com restrição alimentar para juvenis de <i>Oreochromis niloticus</i> :.....	33
Tabela 2. Parâmetros morfometria de órgãos sobre as diferentes estratégias alimentares com restrição alimentar para juvenis de <i>Oreochromis niloticus</i> :.....	34
Tabela 3. Parâmetros índices somáticos de órgãos sobre as diferentes estratégias alimentares com restrição alimentar para <i>Oreochromis niloticus</i> : .....	35

## RESUMO

As pesquisas ligadas a aquicultura assumem grande importância nas tomadas de decisões dentro de um sistema de produção, auxiliando no manejo, desempenho e alimentação. Da mesma forma, é possível observar uma grande variedade comportamental das espécies de peixes produzidas na aquicultura. Essa pesquisa tem como objetivo avaliar o desempenho de crescimento de juvenis de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em função de diferentes estratégias de alimentação com restrição alimentar. O experimento foi executado em duas fases, sendo que a primeira consistiu em avaliar a capacidade de aprendizagem da espécie ao acionamento do sistema de auto demanda. Para isso, foram utilizados 04 tanques com capacidade de 310L, com 10 animais cada. Em cada um dos tanques foram instalados um alimentador automático composto de sensor infravermelho para aprendizagem dos animais a acionar o sistema sempre que sentirem necessidade. Na segunda fase, foram utilizados 12 tanques de 310L, com 10 animais cada, onde foi comparado diferentes métodos de alimentação: Alimentação por auto demanda com restrição alimentar (4 dias de alimentação e 2 dias de restrição alimentar); Alimentação por saciedade aparente com restrição alimentar (4 dias de alimentação e 2 dias de restrição alimentar); Alimentação por oferta de 2% do peso da biomassa do total de animais com restrição alimentar (4 dias de alimentação e 2 dias de restrição alimentar), perfazendo 3 tratamentos com três repetições cada. Durante a primeira fase experimental, foi avaliado o aprendizado das tilápias em acionar a fotocélula e, conseqüentemente, acionar o alimentador automático, para que ocorresse o sincronismo dos animais que constituíram a estratégia de autodemanda com restrição (nesta fase de aprendizado não foi realizado restrição). Animais sob a estratégia alimentar de autodemanda e saciedade aparente com restrição alimentar de dois dias apresentaram maior peso final e ganho de peso ( $P < 0,05$ ). Para ganho de peso diário as estratégias alimentares de autodemanda e saciedade aparente com restrição alimentar apresentaram maior ganho de peso diário ( $P < 0,05$ ). Maior consumo total, consumo diário, consumo de proteína e consumo de nitrogênio foram encontrados para a estratégia de auto demanda e saciedade aparente com restrição que apresentou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ). Para eficiência alimentar foram encontradas diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ), maiores valores para 2% da biomassa com restrição. Maiores consumos por tanques foram encontrados para as estratégias autodemanda com restrição e saciedade aparente com restrição ( $P < 0,05$ ). Para taxa de crescimento específico à saciedade aparente com restrição apresentou os melhores resultados e a estratégia alimentar de 2% da biomassa apresentou menor taxa de crescimento específico no período de 60 dias de experimentação. Não foi encontrado diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ) para o índice viscerossomático (IVS), índice hepatossomático (IHS), índice gonadossomático (IGS), porém par índice de gordura visceral (IGV) houve diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ) pois na estratégia de 2% com restrição. As estratégias alimentares auto demanda e saciedade aparente associada a restrição alimentar podem ser aplicada na produção de peixes, pois os juvenis de tilápias foi capaz de atingir um crescimento compensatório sob curto período de restrição de alimento.

**PALAVRAS CHAVE:** auto demanda, *Oreochromis niloticus*, morfologia de órgãos

## ABSTRACT

Research related to aquaculture is of great importance in decision making within a production system, assisting in management, performance, feeding. Likewise, it is possible to observe a great behavioral variety of fish species produced in aquaculture. This research aims to evaluate the growth performance of juveniles of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) according to different feeding strategies with food restriction. The experiment was carried out in two phases, the first being to assess the species' ability to learn by triggering the self-demand system. For this, 04 tanks with a capacity of 310L were used, with 10 animals each. In each of the tanks, an automatic feeder composed of an infrared sensor was installed to learn the animals to activate the system whenever they feel the need. In the second phase, 12 tanks of 310L were used, with 10 animals each, where different feeding methods were compared: Self-feeding with food restriction (4 days of food and 2 days of food restriction); Apparent satiety feeding with food restriction (4 days of food and 2 days of food restriction); Feeding by offering 2% of the biomass weight of the total of animals with feed restriction (4 days of feeding and 2 days of feeding restriction), making 3 treatments with three repetitions each. During the first experimental phase, the learning of tilapia in activating the photocell and, consequently, activating the automatic feeder was evaluated, so that the animals that constituted the self-demand strategy with restriction would occur (in this learning phase, no restriction was performed). Animals under the self-demand and apparent satiety feeding strategy with two-day food restriction had higher final weight and weight gain ( $P < 0.05$ ). For daily weight gain, self-demand and apparent satiety dietary strategies with food restriction showed greater daily weight gain ( $P < 0.05$ ). Higher total consumption, daily consumption, protein consumption and nitrogen consumption were found for the strategy of self-demand and apparent satiety with restriction that showed significant differences ( $P < 0.05$ ). For food efficiency, statistical differences were found ( $P < 0.05$ ), higher values for 2% of the biomass with restriction. Higher consumption by tanks was found for the self-demand strategies with restriction and apparent satiety with restriction ( $P < 0.05$ ). For specific growth rate at apparent satiety with restriction, it presented the best results and the 2% biomass feed strategy showed the lowest specific growth rate in the period of 60 days of experimentation. No statistical differences were found ( $P > 0.05$ ) for the viscerosomatic index (IVS), hepatosomatic index (IHS), gonadosomatic index (IGS), but for visceral fat index (IGV) there were statistical differences ( $P < 0.05$ ) because in the 2% strategy with restriction. The self-demand and apparent satiety dietary strategies associated with food restriction can be applied in fish production, since the juvenile tilapia was able to achieve compensatory growth under a short period of food restriction.

**KEY WORDS:** self-demand, *Oreochromis niloticus*, organ morphology

## 1.0 INTRODUÇÃO

A alimentação é um fator crucial para determinar a eficiência e o custo da produção. Além disso, a escolha do método de controle de alimentação empregado vai determinar de forma positiva ou não a eficiência alimentar dos peixes (XIE *et al.*, 2011). A alimentação, incluindo tipo de alimento, tamanho da ração, frequência de alimentação, consumo de alimento e a capacidade de absorver nutrientes, pode ter impacto significativo no sucesso dos peixes de aquicultura (TIAN *et al.*, 2015). Nos locais de produção os animais são normalmente alimentados com quantidades estabelecidas de acordo com sua biomassa, porém alguns fatores externos podem influenciar o apetite dos animais e comprometer a eficácia do processo de alimentação (WATANABE, 2002). A frequência de alimentação e a quantidade de alimentação fornecido para os peixes ainda permanece como uma “arte” na aquicultura, e há uma necessidade de desenvolver estratégias alimentares para otimizar o crescimento dos animais cultivados. (FØRE *et al.*, 2011; WU *et al.*, 2015).

Os peixes, como a maioria dos animais, têm ritmos biológicos sincronizados com ciclos confiáveis. Assim, eles exibem ritmos de alimentação (LÓPEZ-OLMEDA e SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, 2010).

Os alimentadores automáticos foram desenvolvidos (AGOSTINHO *et al.*, 2004 - PI nº 0403612-3; AGOSTINHO *et al.*, 2010 - PI nº1005536-3) possibilitando o fornecimento de ração em quantidade e horários pré-estabelecidos. Através desta opção, a alimentação automática para tilápias e outros peixes de água doce pode se tornar uma realidade nas pisciculturas. Este aparelho conta com a precisão no fornecimento da ração, além de aumentar ou diminuir o fornecimento de acordo com a variação da temperatura, e corrigir a oferta diária da ração de acordo com a conversão alimentar e o ganho de peso diário estimados (AZZAYDI *et al.*, 1998).

O sistema de alimentação por demanda tornou-se uma ferramenta útil para avaliar ritmos e preferências alimentares (MONTROYA *et al.*, 2012). Diferentes pesquisadores desenvolveram vários dispositivos acoplados a computadores para conduzir essas pesquisas usando sensores elétricos (BOUJARD *et al.*, 1992),

sensores extensíveis (SÁNCHEZ-VÁZQUEZ *et al.*, 1994) e fotocélulas infravermelhas (KITAGAWA *et al.*, 2015). A auto seleção de nutrientes pode ser usada para otimizar a composição da dieta de peixes de criação (FORTES-SILVA *et al.*, 2016) e para permitir o desenvolvimento de horários de alimentação mais eficientes para as espécies de peixes na aquicultura (KITAGAWA *et al.*, 2015).

Devido à alta variação da disponibilidade de alimentos nos sistemas aquáticos naturais, os peixes podem experimentar diferentes graus de inanição durante a sua ontogenia, levando a variações na taxa de crescimento (CHAPPAZ *et al.*, 1996) e/ou, intencionalmente ou não aquicultores decidem, jejuar ou limitar a alimentação por períodos prolongados para conservar a alimentação, aumentar a taxa de crescimento e diminuir a mortalidade.

Os peixes passam por períodos de restrição de alimentos ao longo de um ciclo de vida normal e, conseqüentemente, evoluíram a capacidade de suportar escassez prolongada de alimentos (CAVALLI *et al.*, 1997). Durante a restrição alimentar, os peixes usam reservas de energia armazenadas durante períodos de abundância de alimentos. Segundo Simpson e Raubenheimer (2001), os peixes podem regular a ingestão de nutrientes e defender uma meta nutricional. Essa possibilidade baseia-se na “sabedoria nutricional” observada em estudos conduzidos com diferentes espécies de peixes carnívoros.

A dinâmica da utilização de energia endógena pode ser parcialmente monitorada através de índices morfológicos, como fator de condição (K), índice hepato-somático (IH) e índice lipossomático (IL) (COLLINS e ANDERSON, 1995). O crescimento compensatório pode ser definido como a resposta de um organismo para recuperar o peso corporal original ou a trajetória de crescimento após um período de restrição ou desnutrição alimentar (DOBSON e HOLMES, 1984; HAYWARD *et al.*, 1997; ALI *et al.*, 2003; Oh *et al.*, 2008; JOBLING, 2010). A resposta do crescimento dos peixes à limitação alimentar difere entre as espécies de peixes.

Desta forma a implementação eficiente desse tipo de estratégia de gerenciamento de alimentos pode ajudar a reduzir custos de produção e aumentar os lucros para os piscicultores sem comprometer o desempenho zootécnico e fisiológico do peixe (SANTOS *et al.*, 2010; ALI *et al.*, 2016).

## 2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Espécie Tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus - Linnaeus 1758)*

**Figura 1.** Tilápia - *Oreochromis niloticus*



Fonte: acervo do autor

O Brasil possui cerca de 40 espécies de peixes de água doce potenciais de cultivo (GODINHO, 2007). Dentre as mais de 70 espécies de tilápias, destaca-se o cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), peixe que obteve expansão na aquicultura mundial (KUBITZA, 2015). A tilápia do Nilo tem se destacado também como principal produto da piscicultura brasileira no mercado internacional, entre 2018 e 2019 as exportações desta espécie cresceram 19%, passando de 4.484 para 5.322 toneladas (CIAQUI, 2020). A tilápia tem se apresentado como uma espécie de grande interesse no mercado (SILVA, 1999).

É uma espécie que se desenvolve facilmente em diversas regiões do mundo, principalmente em países de climas tropicais e subtropicais considerados favoráveis para a sua adaptabilidade, criação e desempenho (HIGUCHI *et al.*, 2013; BRITO *et al.*, 2017). Ainda apresenta facilidade de extração de filé, sendo este a principal forma de comercialização, por apresentar carne de excelente qualidade com boa aceitação pelo consumidor (IBGE, 2015; BRITO *et al.*, 2017).

A tilápia do Nilo pertence à família dos Ciclídeos (TREWAVAS, 1983), apresentam características produtivas como resistência à variação de temperatura e pH, a baixos teores de oxigênio, a facilidade de reprodução e adaptação ao manejo (HIGUCHI *et al.*, 2013). Esta espécie possui hábito alimentar onívoro, e aceita rações com grande facilidade, desde o período de pós-larva até a fase de terminação. No meio natural, a tilápia tem uma alimentação muito variada que inclui plâncton, macrófitas aquáticas, invertebrados plantônicos e bentônicos, larvas de peixe, detritos e matéria orgânica em decomposição (FONTAÍNHAS FERNANDES, 1998). A tilápia do Nilo possui um longo intestino, adaptado a receber uma ampla gama de alimentos (EL SAYED, 2006) é necessário explorar a sua habilidade em aproveitar alimentos naturais e adotar estratégias adequadas de manejo nutricional e alimentar nas diferentes fases de cultivo (KUBITZA, 1999). Desta forma a tilápia do Nilo pode ser cultivada em diferentes latitudes, sob os mais diversos sistemas de produção, de baixos à altos níveis tecnológicos (NEVES *et al.*, 2009).

Devido às condições de boa adaptação a diferentes ambientes, a produção brasileira vem se especializando na criação e na exploração da tilápia do Nilo, transformando-a numa das principais espécies aquícola cultivadas (Anuário da Piscicultura, 2020). Existem desafios para desenvolver a cadeia produtiva como um todo (EMBRAPA, 2017).

## **2.2 Estratégias alimentares**

O sucesso da produção intensiva da Tilápia do Nilo está na utilização de alimentos balanceados (SCHMITTOU, 1997) e na adoção de uma estratégia alimentar adequada, que otimize o crescimento e a eficiência alimentar (GAO; LEE, 2012). O objetivo da alimentação dos peixes na aquicultura é atender às exigências nutricionais para alcançar bom crescimento, boa saúde, ótimo rendimento de carcaça e o menor desperdício de ração, de modo a otimizar a produção (SCHMITTOU; JIAN; CRAMBER, 1998).

Na piscicultura, a mão de obra e a ração são itens preponderantes no custo de produção (COSTA, 2016). Em função do sistema de produção adotado, as rações podem compor 40 a 70% do custo de produção, representando o principal

item de custo na piscicultura intensiva de tilápias (KUBITZA, 1999). O nível nutricional diário de proteína necessário para garantir o crescimento adequado da Tilápia do Nilo varia em torno de 28% de proteína bruta. Esta variação depende do tamanho do peixe, temperatura da água, manejo alimentar, quantidade de energia não-proteica, e principalmente da qualidade da matéria-prima (FURUYA *et al.*, 2001). A Tilápia do Nilo aproveita com eficiência carboidratos e gorduras como fonte de energia, poupando assim a proteína das rações para crescimento (KUBITZA, 1999). A energia digestível das rações depende da combinação dos ingredientes, da habilidade digestiva dos peixes, do grau de moagem e do tipo de processamento (peletização, extrusão seca e extrusão úmida) Tais processos nas dietas determinam o grau de gelatinização do amido e a destruição de fatores anti-nutricionais presentes nos alimentos (KUBITZA, 1999) que melhoram a digestibilidade dos nutrientes.

Com o aumento da produção desta espécie, cada vez mais se torna necessário o desenvolvimento de técnicas que melhorem as características da cadeia produtiva (HUNG *et al.*, 1989) como diferentes estratégias alimentares. A taxa de alimentação ideal para os peixes é aquela que proporciona maior ganho de peso com menor índice de conversão alimentar dos animais (HILBIG *et al.*, 2012). E já a frequência alimentar é compreendida como o número de alimentações diárias a qual os peixes são submetidos, o que estimula o peixe a buscar alimento em momento pré-determinados (DENG *et al.*, 2003). Com isso, informações sobre a determinação da porcentagem de alimentação e da frequência alimentar para diferentes espécies de peixes são fundamentais para a otimização de toda a cadeia produtiva (SIGNOR *et al.*, 2018).

O manejo alimentar mais praticado nas pisciculturas é o fornecimento manual de ração, na qual consiste basicamente em seguir programas alimentares de acordo com tabelas de alimentação fornecidas pelos próprios fabricantes (COSTA, 2016). O excesso de ração, além de promover a deterioração da qualidade da água durante o cultivo, pode promover alterações no aproveitamento dos nutrientes pelos peixes, quando a alimentação é fornecida em quantidades insuficientes, resulta em baixo desempenho zootécnico e crescimento heterogêneo (LOURES *et al.*, 2001).



A ração que os peixes recebem diariamente pode ser calculada tanto em relação ao seu peso vivo, fornecendo uma quantidade fixa de ração ou também pode ser até a saciedade aparente. Determinar o manejo alimentar correto se faz necessário para auxiliar o desempenho produtivo dos peixes, nas diferentes fases de desenvolvimento, permitindo melhorar o seu crescimento, sua sobrevivência e sua conversão alimentar (TACHIBANA *et al.*, 2004)

### **2.2.1 Taxa de Alimentação**

O aumento da biomassa ocorre diariamente nos peixes e desta forma a taxa de alimentação precisa ser ajustada periodicamente (LIM e WEBSTER, 2006). A forma mais precisa de ajustar a taxa de alimentação é através de pesagens dos animais diariamente, porém, isto se torna inviável, principalmente devido ao estresse que os peixes estariam sujeitos, além do esforço de trabalho que seria dispendido. Assim sendo, recomenda-se um intervalo que varie de uma a duas semanas para o controle da taxa de fornecimento de ração (WEBSTER, 2006; STICKNEY, 1979).

Para obter a frequência de alimentação um experimento teve como objetivo determinar o manejo alimentar de juvenis de Jundiá (*Rhamdia quelen*) cultivados em tanques-rede, o dado experimento chegou à conclusão que arraçoar duas vezes diariamente as 8 e 17 horas, sendo fornecido 50% em cada alimentação teve melhor desempenho comparados aos outros tratamentos (BRAZ *et al.*, 2020). Dentre os itens que podem ser avaliados para escolher as melhores técnicas de manejo alimentar, a taxa de alimentação aliada ao sistema de produção, são fatores que determinam os bons resultados na produção (OLIVEIRA, 2007).

A frequência ótima de alimentação para peixes depende da espécie, da idade, do tamanho, da quantidade de animais estocados, dos fatores ambientais e da qualidade do alimento (DWYER *et al.*, 2002). Além disso, o conhecimento de uma ótima taxa alimentar a uma faixa de temperatura adequada não só é importante para promover o maior crescimento e melhor eficiência na alimentação, mas também para prevenir a deterioração da qualidade da água causada pelo excesso de alimento (MIHELAKAKIS *et al.*, 2002).

### 2.2.2 Saciedade aparente

A ração também pode ser fornecida para os peixes até a saciedade aparente. Nesta forma de manejo alimentar, a ração é oferecida até que não haja mais consumo (FRACALOSSI, 2013). Algumas espécies de peixe têm maior crescimento e melhor conversão alimentar quando alimentadas até a saciedade aparente (Sun *et al.*, 2006). A exigência nutricional é diretamente influenciada pela disponibilidade alimentar, tornando esse um fator determinante no desempenho zootécnico dos animais (TACON e COWEY, 1985).

### 2.2.3 Auto alimentação

Mediante ao crescimento da demanda por carne de peixes existem ainda mais necessidade de intensificar os sistemas de criação (CHAGAS *et al.*, 2009). A automação é um conjunto de técnicas baseadas em máquinas e programas que tem como objetivo executar tarefas previamente programadas pelo homem e ainda controlar sequências de operações sem a intervenção humana. Através de sequências de programação do sistema, o usuário consegue maximizar com qualidade e precisão seu processo produtivo, controlando, assim, variáveis diversas (temperatura, pressão, nível e vazão) e gerenciando toda cadeia produtiva (GOMES, 2004).

O uso de alimentadores automáticos na piscicultura possibilita o fornecimento de alimento em alta frequência, inclusive no período noturno. Esse fator é determinante no aproveitamento do alimento e conseqüentemente no desempenho produtivo de peixes (ARGENTIM, 2016). Em um experimento onde foi avaliado diferentes Estratégia Alimentar para o Desempenho Zootécnico do Pirarucu (*Arapaima gigas*), com uso de alimentadores automáticos demonstraram que os juvenis de pirarucu se adaptaram rapidamente ao uso do sistema de auto demanda (NEVES, 2018).

Vários dispositivos de alimentação foram desenvolvidos ao longo do tempo, tais como, de sensor elétrico (BOUJARD *et al.*, 1992) e de sensor de presença – fotocélula com luz infravermelha (KITAGAWA *et al.*, 2015). Esses dispositivos são acoplados a um microcomputador que permite a gravação contínua do

comportamento alimentar e o horário de preferência de alimentação dos peixes. A auto alimentação é um importante instrumento para avaliações do comportamento alimentar de peixes (CHO, 1992; FORTES-SILVA *et al.*, 2011).

Os peixes tem a capacidade de aprender a auto selecionar dietas por meio da busca e do autoconhecimento, isso faz com que os peixes possam avaliar se determinados alimentos satisfazem ou não suas necessidades nutricionais, promovendo um conhecimento apurado (FORTES-SILVA *et al.*, 2016). O conhecimento alimentar dos peixes pode ser um ponto importante na aprendizagem, uma vez que a busca pelo alimento se torna mais específica ao invés de ser aleatória (VISWANATHAN *et al.*, 1999; BARTUMEUS *et al.*, 2005).

### **3.0 RESTRIÇÃO/PRIVAÇÃO ALIMENTAR**

A adoção de estratégias de alimentação como restrição alimentar e realimentação é uma forma de explorar a capacidade natural de recuperação metabólica e crescimento dos peixes que permite economia no fornecimento de ração (SOUZA *et al.*, 2003). Através dos alimentos disponíveis ou oferecidos, os animais devem obter suficientes quantidades de nutrientes essenciais de forma a garantir a normalidade de seus processos fisiológicos e metabólicos, assegurando adequado crescimento, saúde e reprodução (KUBITZA, 1999).

Durante a ausência ou redução do alimento, os peixes utilizam diferentes estratégias hormonais e metabólicas para sobreviver nesses períodos ocorre um decréscimo na taxa de crescimento do animal, redução do tamanho do trato gastrointestinal e fígado (SOUZA *et al.*, 2003). A utilização de altos níveis de carboidratos na realimentação favorece o aproveitamento de energia e poupa a proteína para o crescimento (SHIAU, 1997), assim o fornecimento de quantidades de ração mais próximas às necessidades dos peixes, favorecendo o crescimento e a eficiência alimentar (KUBITZA, 2006).

Como forma de adaptação a variações na ingestão de alimento decorrentes da escassez temporal e espacial ou em razão da migração para a desova, muitos organismos exibem respostas compensatórias. O crescimento compensatório pode ser definido como um processo fisiológico por meio do qual um organismo tem seu

crescimento acelerado após um período de desenvolvimento reduzido, geralmente provocado pela diminuição na ingestão de alimento, na tentativa de alcançar o peso dos animais que cresceram continuamente (HORNICK *et al.*, 2000).

A privação parcial ou total de alimento, em um único momento ou em ciclos de restrição alimentar são os métodos mais utilizados para se obter o crescimento compensatório (MYSZKOWSKI, 2013; TAKAHASHI *et al.*, 2011; FAVERO, 2015; KOJIMA *et al.*, 2015; PALMA *et al.*, 2010; SEVGILI *et al.*, 2012; YARMOHAMMADI *et al.*, 2013). Ciclos curtos de dois dias de jejum e três ou quatro dias de realimentação induziram o crescimento compensatório total em juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) e reduziram em até 40% a quantidade de alimento oferecido aos peixes (URBINATI *et al.*, 2014).

No período de restrição, os peixes precisam reduzir seu gasto metabólico e mobilizar reservas corporais para obter a energia necessária para a manutenção de processos vitais, como a função cerebral, respiratória e osmorregulatória (FURNÉ *et al.*, 2012). As respostas provocadas pela restrição alimentar podem variar entre as espécies, tanto no tipo de reserva utilizada quanto no tecido a partir do qual essas fontes são obtidas (NAVARRO e GUTIERREZ, 1995). Em teleósteos, a principal reserva energética são as armazenadas no fígado na forma de gordura visceral durante o período de abundância de alimento. Na maioria das vezes, o lipídeo hepático é a primeira fonte de energia utilizada, seguido pelo glicogênio do fígado e glicogênio do músculo branco (RIOS *et al.*, 2002). À medida que o jejum se prolonga, o glicogênio hepático é preservado à custa da mobilização de gordura no fígado, vísceras e músculo, como observado em *Piaractus mesopotanicus* (Favero, 2015).

Um dos principais mecanismos envolvidos no ganho compensatório observado em peixes é a elevação da taxa de ingestão de alimento durante a realimentação, fenômeno conhecido como hiperfagia (MARQUES, 2018). Esta fase é observada nos primeiros dias de realimentação, considerada em muitas espécies de peixes como a responsável pelo crescimento compensatório (GURNEY *et al.*, 2003). A eficiência no crescimento compensatório está diretamente relacionada com o tempo de duração da hiperfagia durante a realimentação (ZHU *et al.*, 2001). Em um certo experimento teve como objetivo avaliar o crescimento compensatório

de tilápias do Nilo submetida à restrição alimentar por curto período de tempo para avaliar se jejum alimentar por curto período de tempo interfere no desenvolvimento e peso final dos animais pelo ganho compensatório e conclui-se que que curtos períodos de tempo de restrição alimentar (jejum) promove um ganho compensatório em tilápias do Nilo, podendo indicar uma boa estratégia para diminuir os custos de produção (Salomão *et al.*, 2017)

#### 4.0 MORFOMETRIA DE ÓRGÃOS

A associação dos peixes ao alimento é determinada por uma série de características evolutivas de cada espécie, entre elas, a morfologia pode ser considerada uma das mais importantes (RIDLEY, 2006). Vários fatores podem ser responsáveis pela alteração da estrutura e função de órgãos e tecidos (KULTZ e JURSS, 1991). Essas variações morfológicas entre as espécies são importantes para entender a estrutura de uma comunidade, já que as diferenças morfológicas podem estar associadas às pressões ambientais e biológicas por elas sofridas (IRSCHICK e LOSOS, 1999).

A forma do corpo dos peixes está relacionada com o tipo de locomoção, o tamanho do corpo, tamanho e forma da boca e o comportamento (ASSUMPÇÃO, 2010). Esse conjunto de características influencia e limita o uso do habitat e o uso de recursos tróficos (WINEMILLER, 1991). De forma geral, esses estudos reforçam a ideia de que as mudanças morfológicas são adaptativas, ou seja, elas evoluem e diversificam de acordo com as pressões do ambiente, como competição, predação e outras interações bióticas (SANTOS *et al.*, 2011).

Alguns autores ressaltaram a importância do conhecimento da morfologia do tubo digestivo dos peixes, por ela ser muito variável e ilustrar a diversidade de seus regimes alimentares e de seus modos de vida (HIDALGO e ALLIOT, 1987). O sistema digestório da tilápia do Nilo compreende em intestino cefálico (boca e cavidade bucofaringeana), intestino anterior (esôfago e estômago), intestino médio (intestino propriamente dito) e intestino posterior (reto e ânus) (ROTTA, 2003), ou seja, o tubo digestivo vai da boca ao ânus.

O fígado é um órgão indicador do estado nutricional e fisiológico em peixes (CABALLERO *et al.*, 1999). O fígado é considerado um modelo interessante para a avaliação dos efeitos das variações ambientais sobre os peixes (BRUSLÉ e ANADON, 1996). Nos peixes, o fígado é um órgão denso de cor marrom avermelhada, localizado ventralmente na região cranial da cavidade corporal. Seu tamanho, forma e volume estão adaptados conforme o espaço viável entre os demais órgãos viscerais e de acordo com a espécie (BRUSLÉ e ANADON, 1996). A estrutura e as funções desse órgão estão intimamente relacionadas aos sistemas digestivos e ao sistema circulatório (LIEM *et al.*, 2013).

## **5.0 OBJETIVO**

### **5.1 Objetivo geral**

Avaliar diferentes estratégias alimentares com ciclos curtos de privação alimentar no desempenho produtivo e morfometria de órgãos de juvenis de tilápia do Nilo (*O. niloticus*).

### **5.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a performance de crescimento da tilápia em relação aos diferentes métodos de alimentação;
- Avaliar a morfologia dos órgãos (peso e área);

## 6.0 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Nutrição e Comportamento Alimentar de Peixes (AQUA) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e todos os protocolos seguiram os princípios da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) desta instituição (nº 23007.008020/2017-11).

### 6.1 Condições experimentais

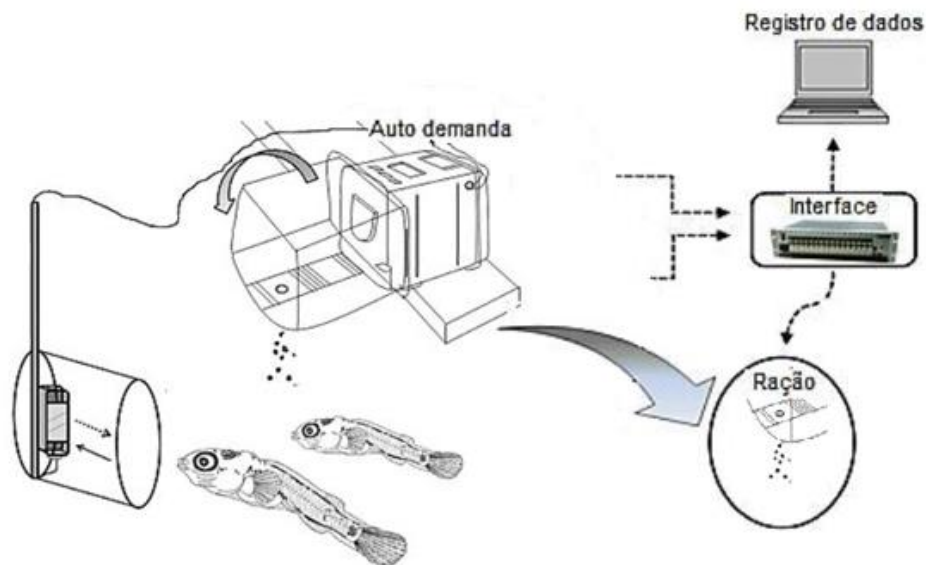
O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição e Comportamento Alimentar de Peixes da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, na cidade de Cruz das Almas – BA, durante o período de sessenta dias.

### 6.2 Primeira etapa experimental (treinamento e acondicionamento alimentar em alimentadores de auto demanda.

A 1ª etapa consistiu na avaliação do grau de aprendizagem dos peixes à nova condição de alimentação, visto que o processo de aprendizagem é distinto entre diferentes espécies, como *Carassius auratus* (SÁNCHEZ-VÁZQUEZ *et al.*, 1998), *Oncorhynchus mykiss* (SÁNCHEZ-VÁZQUEZ *et al.*, 1999) e *Sparus aurata* (MONTROYA *et al.*, 2012). Todos os dias foram ofertados 100 g da dieta comercial (proteína bruta 32%, extrato etéreo 9%, carboidrato 24% e cinzas 14%; pelletes de granulometria de 4 mm - Pratigi®) foram colocadas em 4 alimentadores distribuídos em 4 caixas (figura 2), cada caixa possui uma fotocélula ligada diretamente ao alimentador, quando o animal sentir a necessidade de se alimentar o mesmo acionara a fotocélula, fazendo com que a ração seja ofertada.



**Figura 2.** Sistema de autoalimentação para peixes com acionamento por sensor infravermelho.



Fonte: FORTES-SILVA *et al.*, 2016

O cálculo do consumo foi feito por diferença, após a pesagem da dieta no dia posterior. A quantidade de alimento ofertada por demanda foi regulada em um volume mínimo, para que obrigue o animal a realizar várias demandas diárias e assim relacionar o sistema de auto alimentação. Após verificar a evolução de aprendizagem dos animais pela estabilização do consumo do sistema de auto demanda, foi iniciado a segunda etapa experimental.

**Figura 3.** Alimentadores de auto demanda dispostos sobre tanques.



Fonte: acervo do autor

### 6.3 Segunda Etapa Experimental

A 2ª etapa consistiu em avaliar o crescimento e o consumo dos diferentes regimes alimentares associadas a restrição alimentar.

Foram utilizados 120 juvenis de tilápia (peso  $59,79 \pm 12,4$  g) distribuído em 12 caixas cilíndricas de polietileno (PVC) com volume útil de 310 L, montadas em sistema de recirculação, composto por filtros físicos e biológicos e difusão de ar. Com fotoperíodo de 12L:12E.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em suas unidades experimentais em um delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) composto por 3 tratamentos com 4 repetições cada, na densidade de 10 peixes por caixa, alimentadas por 60 dias. Foram realizadas biometrias a cada 15 dias para ajustar o consumo de acordo com a biomassa e crescimento dos animais.

Tratamentos experimentais:

- Alimentação por auto demanda com restrição alimentar (4 dias de alimentação e 2 dias de restrição alimentar);
- Alimentação por saciedade aparente (3x ao dia 7, 12 e 17) restrição alimentar (4 dias de alimentação e 2 dias de restrição alimentar);
- Alimentação por oferta de 2% do peso da biomassa do total de animais com restrição alimentar (4 dias de alimentação e 2 dias de restrição alimentar).

### 6.4 Parâmetros de desempenho

No início e ao final da segunda etapa do experimento, os animais permaneceram previamente em jejum por 24 horas, em seguida foram anestesiados com 75 mg/L de eugenol (LIMA *et al.*, 2014) e foi mensurado o peso através de uma balança digital de 0,01g.

- **Ganho de peso (GP):**

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

Onde:

GP = ganho de peso (em gramas); PF = peso final (em gramas);  
PI = peso inicial (em gramas).

- **Taxa de crescimento específico (TCE, %/dia):**

$$\text{TCE} = [(\ln \text{PF} - \ln \text{PI})/d] * 100$$

Onde:

TCE = taxa de crescimento específico; PF = peso final (em gramas);  
PI = peso inicial (em gramas);  
d = (número de dias do experimento).

- **Consumo diário (CD):**

$$\text{CD} = (\text{CT}/d)$$

Onde:

CD = consumo diário;  
CT = consumo total;  
d = período experimental (em dia).

- **Eficiência alimentar (EA):**

$$\text{EA} = (\text{GP}/\text{CT}) * n$$

Onde:

EA= eficiência alimentar;  
GP= ganho de peso (g);  
CT= consumo total;  
n= número de animais por repetição.

- **Ganho de peso diário (g/dia):**

$$\text{GPD} = (\text{PF} - \text{PI})/d$$

Onde:

PF= peso final;

PI= peso inicial;

d= período experimental (em dia).

- **Consumo por tanque:**

$$\text{CPT} = (\text{CT}/\text{PF} \cdot \text{n}) \cdot 100/\text{d}$$

Onde:

CPT= consumo por tanque;

CT= consumo total;

PF= peso final;

n= número de animais por repetição;

d= período experimental (em dia).

- **Consumo total:**

$$\text{CT} = (\text{CD} \cdot \text{d})$$

Onde:

CT= consumo total;

CD= quantidade consumida diariamente;

d= período experimental (em dia).

- **Sobrevivência:**

$$\text{S} = (\text{npf}/\text{npi}) \cdot 100$$

Onde:

npf= número de peixes final por repetição;

npi= número de peixes iniciais por repetição.

## 6.5 Coleta de órgãos

Os animais foram submetidos ao procedimento anestésico (imersão em eugenol à 75mg/L diluído em água) e após atingirem o último estágio da anestesia, ou seja, perda total de movimentos diante estímulos, eles serão submetidos à secção medular seguida de sangria. Após essa etapa, será realizada a abertura da cavidade abdominal e posterior retirada do trato gastrointestinal e vísceras (fígado, rim, baço, estômago, gônadas e intestino) para análise morfométrica. Com auxílio de um paquímetro foi mensurado o comprimento e a largura dos órgãos para cálculo de área e com o auxílio de uma balança analítica foi pesado individualmente cada órgão para posterior avaliação dos índices organossomáticos conforme fórmulas a baixo.

- Índice hepatossomático - IHS (%):

$$\text{IHS} = (\text{Peso Fígado} \div \text{Peso corporal}) \times 100$$

- Índice viscerossomático – IVS (%):

$$\text{IVS} = (\text{Peso Vísceras} \div \text{Peso corporal}) \times 100$$

- Índice de gordura visceral – IGV (%):

$$\text{IGV} = (\text{Peso da gordura visceral} \div \text{Peso corporal}) \times 100$$

- Índice gonadossomático – IGS (%):

$$\text{IGS} = (\text{Peso gônada} \div \text{Peso corporal}) \times 100$$

## 6.6 Parâmetros abióticos da água

Foram determinadas as análises de temperatura da água (°C); oxigênio dissolvido (mg L<sup>-1</sup>); potencial hidrogeniônico -; amônia (mg/L-N), através do medidor multiparâmetro Handheld Professional Plus YSI. As variáveis físico-químicas da água foram aferidas diariamente em dois períodos (07:00 e 17:00) durante toda a execução do experimento.

## 7.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante todo o período experimental os valores de parâmetros da qualidade da água (A temperatura ( $25,39 \pm 1,17$  °C), pH ( $7,15 \pm 0,05$ ), e oxigênio dissolvido ( $6,59 \pm 0,47$  mg · L<sup>-1</sup>) estiveram dos limites aceitáveis para o cultivo da espécie (HIGUCHI *et al.*, 2013).

Durante todo o período experimental não foram observadas mortalidades e ainda os animais apresentaram ingestão voluntária de ração, além de nenhum sinal patológico ou de deficiência nutricional.

Durante a primeira fase experimental, foi avaliado o aprendizado de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) em acionar a fotocélula e, conseqüentemente, ativar o alimentador automático, para que ocorresse o sincronismo dos animais que constituíram a estratégia de auto demanda (nesta fase de aprendizado não foi realizado restrição de alimento). Em situações de comportamento alimentar existem três estados do conhecimento, são eles: o aprendizado a curto prazo e memória, a memória intermediária através de efeitos parental e pôr fim a memória ancestral na qual engloba o efeito genético no fenótipo. A aprendizagem com a experiência permite ao animal avaliar se um alimento pode fornecer de forma satisfatória ou não, um aporte de nutrientes aos seus requisitos nutricionais (FORTES-SILVA e ROSA, 2012).

A autoalimentação é baseada na capacidade de aprendizagem dos peixes e, portanto, é uma técnica que pode melhorar índices de desempenho e reduzir desperdício já que o alimento é entregue dependendo do apetite do animal, (AZZAYDI *et al.*, 1998).

Para que ocorra a alimentação adequada de peixes é necessário conhecimento sobre necessidade metabólica, esse conhecimento prévio nos permite realizar um manejo mais adequado às espécies cultivadas (BRÄNNÄS e ALANÄRÄ, 1992). O desenvolvimento de alimentador de auto demanda para peixes, foi possível com a utilização de um dispositivo de alimentação conectado a um microcomputador que permite a gravação contínua do comportamento alimentar e do horário exato de preferência alimentar pelos peixes (SÁNCHEZ-VÁZQUEZ *et al.*, 1994). A ativação do alimentador é controlada por um pulso elétrico gerado a cada ativação realizada pelos peixes através de um sensor infravermelho colocado dentro da água. Esse pulso elétrico passa por um solenóide que movimenta uma peça responsável pela

dispensa do alimento. Dessa forma, o peixe consegue se autoalimentar de acordo com sua saciedade. Esse sistema foi considerado um avanço para o estudo de comportamento alimentar em peixes, pois permitiu o desenvolvimento de um sistema computacional que proporciona registros mais precisos dos dados através de um software cronobiológico que registra as atividades alimentares dos peixes.

Para os parâmetros de desempenho zootécnicos para juvenis de tilápias (*Oreochromis niloticus*) submetidos a diferentes estratégias alimentares com restrição alimentar são descritos na Tabela 1. Animais sob a estratégia alimentar de autodemanda com restrição e saciedade aparente com restrição alimentar apresentaram maior peso final e ganho de peso ( $P < 0,05$ ). Já os animais submetidos a 2% da biomassa com restrição alimentar apresentaram o menor peso final e ganho de peso. Para ganho de peso diário as estratégias alimentares de auto demanda e saciedade aparente com restrição alimentar apresentaram maior ganho de peso diário ( $P < 0,05$ ). As variáveis de consumo total, consumo diário, consumo de proteína e consumo de nitrogênio foram maiores ( $P < 0,05$ ) para os peixes alimentados com a estratégia de auto demanda e saciedade aparente com restrição.

Para eficiência alimentar foram encontradas diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ), maiores valores para 2% da biomassa com restrição. Maiores consumos por tanques foram encontrados para as estratégias autodemanda com restrição e saciedade aparente com restrição ( $P < 0,05$ ). Para taxa de crescimento específico à saciedade aparente com restrição apresentou os melhores resultados e a estratégia alimentar de 2% da biomassa apresentou menor taxa de crescimento específico no período de 60 dias de experimentação.

Os peixes que estavam na estratégia alimentar de autodemanda com restrição mantiveram sua massa inicial e conseguiram ganhar peso, porém animais que estavam com 2% de biomassa com restrição apresentaram um ganho reduzido em comparação com as demais estratégias. Os animais conseguiram manter um ganho de peso diário, não influenciando negativamente na condição corporal e no crescimento.

O fato de termos respostas variáveis à limitação alimentar não é inesperado, dadas as diferenças individuais de comportamento, fisiologia e genótipo (ADRIAENSSES e JOHNSON, 2011; ADRIAENSSES e JOHNSON, 2013).

Peixes em situação de privação alimentar e a volta de fornecimento de alimento (ração), ocorrem maiores taxas de sobrevivência e a capacidade de carga do fluxo (MASON, 1976). Quando exposto a períodos transitórios de restrição de alimentos, é possível a observação do crescimento compensatório (NICIEZA e METCALFE, 1997). Quando os animais são expostos a períodos de ingestão reduzida de alimentos, princípios simples de bioenergética relacionados ao equilíbrio entre consumo e gasto sugerem que as condições energéticas diminuiriam com energia limitada que poderia ser dedicada ao crescimento ou à reprodução (MCCUE, 2010). De fato, é necessário um suprimento contínuo de energia para um animal viver, já que mesmo os processos fisiológicos mais básicos têm um custo energético (PORTER e GATES, 1969).

A hiperfagia é um mecanismo que pode levar à ocorrência de ganho compensatório, essa resposta foi observada nos juvenis da tilápia do Nilo submetidos as estratégias de alimentação auto demanda e saciedade aparente sobre a influência dos intervalos de restrição-realimentação.

Segundo Ali (2003) algumas espécies apresentam desvios de comportamento alimentar, também observados em juvenis de tilápia o que pode trazer sérios problemas às pisciculturas. Um deles diz respeito a hiperfagia, causando desuniformidade de lotes em consequência da maior competição por alimento. E ocorre aumento do consumo de ração elevando os custos de com ração, que representa em torno de 70% dos custos de produção (COSTA, 2016).

Estudos anteriores com peixes mostraram que o crescimento compensatório, em algumas espécies, pode ocorrer com a restauração de reservas de glicogênio tecidos e músculos, sem acelerar o crescimento esquelético (ALVAREZ e NICIEZA, 2005).

Porém quando exposto à restrição alimentar e por períodos prolongados, ocorre o declínio da condição nutricional, o que pode ocasionar a deficiência de macronutrientes, vitaminas e minerais (HALVER e HARDY, 2002) levando a prejuízos na função imunológica, induzem o estresse oxidativo (PASCUAL *et al.*, 2003) que pode alterar a saúde dos animais (WANG *et al.*, 2006) e influenciar até mesmo o comportamento alimentar. Em casos extremos, a privação de alimentos pode levar à mortalidade - direta ou indiretamente, próximo ao momento em que



ocorre o período de restrição de alimentos, ou seja, quando a energia é insuficiente para manter a homeostase (MCCUE, 2010; O'CONNOR *et al.*, 2014).

A fisiologia dos peixes explica o funcionamento dos órgãos desses animais e como eles interagem e respondem às alterações que ocorrem no ambiente, permitindo que as espécies encontrem melhores condições para sobreviverem (DABROWSKI e PORTELLA, 2006; KATHERINE LAM *et al.*, 2006). A restrição alimentar é uma alteração que quando realizada de forma severa ou por um período prolongado pode influenciar no tamanho e desempenho dos órgãos, na tabela 3 descreve-se o peso e área do fígado, estômago, rim, intestino, baço e gônada conforme mostras nas figuras 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; e 11. Para as variáveis morfométrica de área do fígado, estômago, baço e intestino não houve diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ). Para peso e área do rim houve diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ), sendo que animais submetidos a estratégia de 2% de biomassa com restrição apresentaram um menor peso e área do rim. Para o peso do fígado houve diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ), pois animais submetidos a 2 % da biomassa apresentaram redução do peso do fígado. E para peso do baço, rim e intestino não houve diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ) entre as estratégias alimentares com restrição. Animais submetidos a 2% da biomassa apresentaram redução do peso das vísceras e baixo acúmulo de gordura.

Quando os animais são expostos a períodos de ingestão reduzida de alimentos, princípios simples de bioenergética relacionados ao equilíbrio entre consumo e gasto sugerem que as condições energéticas diminuiriam com energia limitada que poderia ser dedicada ao crescimento ou à reprodução (MCCUE, 2010). De fato, é necessário um suprimento contínuo de energia para um animal viver, já que mesmo os processos fisiológicos mais básicos têm um custo energético (PORTER e GATES, 1969).

Alguns autores ressaltaram a importância do conhecimento da morfologia do tubo digestivo dos peixes, por ela ser muito variável e ilustrar a diversidade de seus regimes alimentares e de seus modos de vida (HIDALGO e ALLIOT 1987). O sistema digestório das Tilápias compreende o trajeto da boca até o ânus e pode ser dividido em intestino anterior (esôfago e estômago), médio (intestino propriamente dito) e posterior (reto) (ROTTA, 2003).

**Tabela 1.** Parâmetros de desempenho zootécnicos em diferentes estratégias alimentares com restrição alimentar para juvenis de *Oreochromis niloticus*.

Parâmetros	Estratégias Alimentares			P value
	Auto Demanda c/ restrição	Saciedade Aparente c/ restrição	2% da Biomassa c/ restrição	
Peso Final (g)	174,60 ± 26,35 <sup>a</sup>	137,47 ± 12,89 <sup>a</sup>	95,65 ± 3,04 <sup>b</sup>	<0.0001
Ganho de Peso (g)	99,00 ± 22,43 <sup>a</sup>	86,19 ± 8,28 <sup>a</sup>	43,29 ± 1,71 <sup>b</sup>	<0.0001
Ganho de Peso Diário (g)	2,30 ± 0,52 <sup>a</sup>	2,00 ± 0,19 <sup>a</sup>	1,00 ± 0,04 <sup>b</sup>	<0.0001
Consumo Total (g)	1786,94 ± 431,46 <sup>a</sup>	1508,97 ± 132,24 <sup>a</sup>	583,04 ± 31,91 <sup>b</sup>	<0.0001
Consumo de Proteína (g)	571,82 ± 138,06 <sup>a</sup>	482,87 ± 42,81 <sup>a</sup>	186,57 ± 10,21 <sup>b</sup>	<0.0001
Consumo Diário (g)	41,55 ± 10,03 <sup>a</sup>	35,09 ± 3,07 <sup>a</sup>	13,55 ± 0,74 <sup>b</sup>	<0.0001
Consumo de Nitrogênio (g)	91,49 ± 22,09 <sup>a</sup>	77,25 ± 6,77 <sup>a</sup>	29,85 ± 1,63 <sup>b</sup>	<0.0001
Eficiência Alimentar	0,54 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,60 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,72 ± 0,05 <sup>a</sup>	<0.0001
Consumo Tanque (g)	237,86 ± 24,42 <sup>a</sup>	24495 ± 12,12 <sup>a</sup>	141,93 ± 3,38 <sup>b</sup>	<0.0001
Taxa crescimento Especifico	1,95 ± 0,26 <sup>b</sup>	2,30 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,37 ± 0,12 <sup>c</sup>	<0.0001
Sobrevivência (%)	100	100	100	

Valores representam média ± erro padrão (n = 10). Os valores na mesma linha sobrescritos são significativamente diferentes. ANOVA seguida do teste de Tukey p <0.05).

O fígado é um órgão indicador do estado nutricional e fisiológico em peixes (Caballero *et al.*, 1999). O fígado é considerado um modelo interessante para a avaliação dos efeitos das variações ambientais sobre os peixes (BRUSLÉ e ANADON, 1996). Nos peixes, o fígado é um órgão denso, localizado ventralmente na região cranial da cavidade corporal. Seu tamanho, forma e volume estão adaptados conforme o espaço viável entre os demais órgãos viscerais, e sua coloração é geralmente marrom avermelhada (BRUSLÉ e ANADON, 1996). A estrutura e as funções desse órgão estão intimamente relacionadas aos sistemas digestivos e ao sistema circulatório (LIEM *et al.*, 2013).

**Tabela 2.** Parâmetros morfometria de órgãos sobre as diferentes estratégias alimentares com restrição alimentar para juvenis de *Oreochromis niloticus*.

Órgãos	Variável (g, mm <sup>2</sup> )	Auto Demanda c/ restrição	Saciedade Aparente c/ Restrição	2% da Biomassa c/ Restrição
Fígado	Peso	2,33 ± 1,65 <sup>a</sup>	1,98 ± 0,94 <sup>a</sup>	0,89 ± 0,48 <sup>b</sup>
	Área	498,75 ± 240,53 <sup>a</sup>	606,84 ± 767,71 <sup>a</sup>	359,08 ± 190,2 <sup>a</sup>
Estômago	Peso	0,85 ± 0,22 <sup>a</sup>	0,80 ± 0,21 <sup>a</sup>	0,57 ± 0,15 <sup>a</sup>
	Área	174,47 ± 51,24 <sup>a</sup>	212,98 ± 234,19 <sup>a</sup>	151,48 ± 63,06 <sup>a</sup>
Baço	Peso	0,16 ± 0,11 <sup>a</sup>	0,12 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,09 ± 0,16 <sup>a</sup>
	Área	88,89 ± 32,19 <sup>a</sup>	77,67 ± 33,98 <sup>a</sup>	68,40 ± 26,85 <sup>a</sup>
Rim	Peso	50,0 ± 0,22 <sup>a</sup>	58,06 ± 4,49 <sup>a</sup>	0,31 ± 0,14 <sup>b</sup>
	Área	423,81 ± 134,71 <sup>a</sup>	400,67 ± 120,41 <sup>a</sup>	329,19 ± 68,88 <sup>b</sup>
Intestino	Peso	4,70 ± 1,81 <sup>a</sup>	4,16 ± 9,49 <sup>a</sup>	3,22 ± 1,00 <sup>a</sup>
	Área	104,55 ± 32,25 <sup>a</sup>	96,63 ± 41,02 <sup>a</sup>	71,52 ± 39,76 <sup>a</sup>
Gordura	Peso	1,31 ± 1,88 <sup>a</sup>	0,73 ± 0,86 <sup>b</sup>	0,08 ± 0,65 <sup>c</sup>
Viscera	Peso	15,11 ± 6,2 <sup>a</sup>	11,56 ± 3,30 <sup>b</sup>	7,69 ± 2,49 <sup>c</sup>

Valores representam média ± erro padrão (n = 10). Os valores na mesma linha sobrescritos são significativamente diferentes. ANOVA seguida do teste de Tukey (P <0.05).

Em relação aos índices organossomáticos para índice de gordura visceral (IGV) houve diferenças estatísticas (P<0,05) pois na estratégia de 2% com restrição não houve acúmulo de gordura, já que os animais estavam submetidos a quantidade energética/proteica para manutenção, desta forma não é direcionado gasto energético para acúmulo de gordura visceral são mostrados na tabela 3. Já para os índices viscerossomático (IVS), índice hepatossomático (IHS), índice gonadossomático (IGS) não foi encontrado diferenças estatísticas (P>0,05).

**Tabela 3.** Parâmetros índices organossomáticos de órgãos sobre as diferentes estratégias alimentares com restrição alimentar para juvenis de *Oreochromis niloticus*.

<b>Índices organossomáticos</b>	<b>Auto Demanda c/ restrição</b>	<b>Saciedade Aparente c/ Restrição</b>	<b>2% da Biomassa c/ Restrição</b>	<b>P value</b>
Índice hepatossomático (IHS)	1,23 ± 1,18 <sup>a</sup>	1,35 ± 0,82 <sup>a</sup>	1,01 ± 0,55 <sup>a</sup>	< 0.0775
Índice gonadossomático (IGS)	0,77 ± 0,96 <sup>a</sup>	1,08 ± 1,12 <sup>a</sup>	1,16 ± 1,16 <sup>a</sup>	< 0.1930
Índice de gordura visceral (IGV)	0,71 ± 1,16 <sup>a</sup>	0,58 ± 0,66 <sup>a</sup>	0,07 ± 0,59 <sup>b</sup>	< 0.0001
Índice viscerossomático (IVS)	4,05 ± 2,92 <sup>a</sup>	5,86 ± 3,11 <sup>a</sup>	6,82 ± 3,06 <sup>a</sup>	< 0.1930

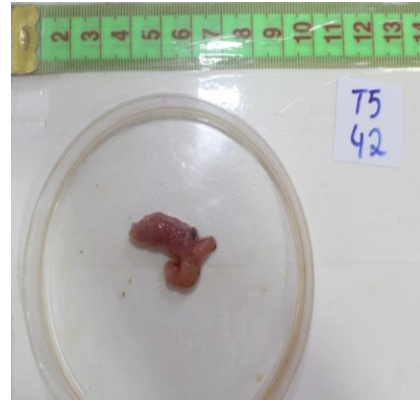
Valores representam média ± erro padrão (n = 10). Os valores na mesma linha sobrescritos são significativamente diferentes. ANOVA seguida do teste de Tukey (P <0.05).

**Figura 4.** Estômago Auto demanda com restrição alimentar



Fonte: acervo do autor

**Figura 5.** Estômago Saciedade aparente com restrição alimentar



Fonte: acervo do autor

**Figura 6.** Fígado - Auto demanda com restrição alimentar



Fonte: acervo do autor

**Figura 7.** Fígado - Saciedade aparente com restrição alimentar



Fonte: acervo do autor

**Figura 8.** Baço - Auto demanda com restrição alimentar



Fonte: acervo do autor

**Figura 9.** Gônadas - Auto demanda com restrição alimentar



Fonte: acervo do autor

**Figura 10.** Intestino - Saciedade aparente com restrição alimentar



Fonte: acervo do autor

**Figura 11.** Rim - Saciedade aparente com restrição alimentar



Fonte: acervo do autor

## **8.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A estratégia alimentar de autodemanda é uma alternativa interessante para ser implantado no ramo da aquicultura, pois os juvenis de tilápia foram capazes de aprender a acionar o sistema com eficiência, e desta forma tendo acesso ao alimento durante o dia e a noite, fazendo o consumo de alimento de acordo com sua saciedade.

As estratégias alimentares auto demanda e saciedade aparente associada a restrição alimentar podem ser aplicada na produção de peixes, pois os juvenis de tilápias foi capaz de atingir um crescimento compensatório sob curto período de restrição de alimento (dois dias), seguido de realimentação (quatro dias) durante 60 dias.

## 9.0 BIBLIOGRAFIA

ADRIAENSSENS, B., AND JOHNSON, J.I. (2011). **Shy trout grow faster: exploring links between personality and fitness-related traits in the wild.** *Behav. Ecol.* 22, 135-143.

ADRIAENSSENS, B., AND JOHNSON, J.I. (2013). **Natural selection, plasticity and the emergence of a behavioural syndrome in the wild.** *Ecol. Lett.* 16, 47-55.

AGOSTINHO, C.A. *et al.* **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral.** Brasil. PI10055363, 03 dez. 2010. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Ali M, Nieceza A, Wootton RJ (2003) **Compensatory growth in fishes: a response to growth depression.** *Fish Fish* 4:147–190.

Ali, T.E.S; Martínez-Llorens, S.; Moñino, A.V.; Cerdá, M.J.; Tomás-Vidal, A. 2016. **Effects of weekly feeding frequency and previous ration restriction on the compensatory growth and body composition of Nile tilapia fingerlings.** *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 42: 357-363.

**Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR**, Veículo oficial da Associação Brasileira da Piscicultura. 2020.

ARGENTIM, D. **Automação do manejo alimentar de bijupirá (*Rachycentron canadum*)** / Daniel Argentim. – Botucatu: [s.n.], 2016.

ASSUMPÇÃO, L. 2010. **Análises morfométricas para predições do desempenho natatório de duas espécies de peixes neotropicais migradoras de longas distâncias.** 2010. 26f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

AZZAYDI, M., Madrid, J.A., Zamora, S., Sánchez-Vázquez, F.J., Martínez, F.J., 1998. **Effect of three feeding strategies (automatic, ad libitum demand-feeding and time restricted demand-feeding)** on feeding rhythms and growth in European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture* 163, 285–296.

BARTUMEUS, F., Da-Luz, M.G.E., Viswanathan, G.M., Catalan, J., 2005. **Animal search strategies: a quantitative random-walk analysis.** *Ecology* 86, 3078–3087.

BOUJARD, T., Dugy, X., Genner, D., Gosset, C., Grig, G., 1992. **Description of a modular, low cost, eater meter for the study of feeding behavior and food preferences in fish.** *Physiology & Behavior* 52, 1101-1106.

BRÄNNÄS, E., AND ALANÄRÄ, A. 1992. **Feeding behaviour of the Arctic charr in performance of an accurate demand feeder for the study of feeding**



**behaviour in restricted demand-feeding) on feeding rhythms and growth in European sea bass comparison with the rainbow trout.** *Aquaculture*, 105: 53-59.

BRAZ. J. of Develop.,... **Manejo alimentar de juvenis de jundia (*Rhamdia quelen*) cultivado em tanquesrede:** tipos de rações, taxas de arraçoamento e estratégia alimentar. Curitiba, v. 6, n. 7, p. 48531-48546, jul. 2020.

BRITO, J.M.; PONTES, T.C.; TSUJII, K.M.; ARAÚJO, F.E.; RICHTER, B.L. 2017 **Automação na tilapicultura: revisão de literatura, desempenho, piscicultura, tecnologias, tilápias.** *Nutritime*, v.14, p. 5053-5062.

BRUSLÉ, J. ANADON, G.G. The structure and function of fish liver. In; **fish morphology.** Science Publishers, p.77-93, 1996.

CABALLERO, M.J. *et al.* **Combined effect of lipid level and fish meal quality on liver histology of gilthead seabream (*Sparus aurata*).** *Aquaculture*, Amsterdam, v. 179, p. 277-290, 1999.

Cavalli, L., Chappaz, R., Bouchard, P., Brun, G., 1997. **Food availability and growth of the brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill),** in a French Alpine lake. *Fish. Manage. Ecol.* 4, 167 – 177.

CHAGAS, E.C.; PILARSKI, F.; SAKABE, R.; MASSAGO, H.; FABREGAT, T.E.H.P. **Suplementos na dieta para manutenção da saúde de peixes.** In: TAVARES-DIAS, M. (Ed.). *Manejo e sanidade de peixes em cultivo*, p.132-225, 2009.

CHAPPAZ, R., Olivart, G., Brun, G., 1996. **Food availability and growth rate in natural populations of the brown trout (*Salmo trutta*) in Corsican streams.** *Hydrobiology* 331, 63 – 69.

CHO, C.Y., 1992. **Feeding systems for rainbow trout and other salmonids with reference to current estimates of energy and protein requirements.** *Aquaculture* 100, 107-123.

CIAqui - CENTRO DE INTELIGÊNCIA E MERCADO DA AQUICULTURA. **Comércio Exterior** – Exportação. 2019.

COLLINS, A. L. & Anderson, T. A. (1995). **The regulation of endogenous energy stores during starvation and refeeding in the somatic tissues of the golden perch.** *Journal of Fish Biology* 47, 1004–1015.

COSTA, J. I. **Caracterização, avaliação econômica e eficiência de escala (DEA) na produção de tilápia em tanques-rede e de tambaqui em viveiros escavados. 2016, 154 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.**

DENG, D.F.; KOSHIO, S.; YOKOYAMA, S.; BAI, S.C.; SHAO, Q.; CUI, Y.; HUNG, S.S.O. **Effects of feeding rate on growth performance of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) larvae.** *Aquaculture*, v.217, p.589-598, 2003.

DOBSON SH, Holmes RM (1984) **Compensatory growth in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson.** *J Fish Biol* 25:649–656.

DWYER, K.S.; BROWN, J.A.; PARRISH, C. 2002 **Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder, *Limanda ferruginea*.** *Aquaculture*, 213: 279-292.

EL-SAYED, A. M. **Tilapia culture.** Oxfordshire: Cabi publishing, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Dimensão socioeconômica da tilapicultura no Brasil. Brasília,** 116p. 2017.

FAVERO, G. C. **Condição corporal e jejum sobre o metabolismo energético e crescimento de juvenis de pacu.** 2015, 65 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.

FONTAÍNHAS FERNANDES AA (1998). Tilápia In: MA REIS-HENRIQUES (Eds.). **Manual de Aquacultura** Editora Marca-Artes Gráficas.

FORTES DA SILVA, R., ROSAS, P. V. 2012. **Autosseleção de dietas: um novo enfoque para estudos de nutrição e frequência alimentar em peixes marinhos e de água doce.** *Nutritime*, nº 158.

FORTES-SILVA, R., KITAGAWA, A., SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F.J., 2016. **Dietary self- selection infish: anew approach to studyingfish nutrition and feeding behavior.** *Rev. Fish Biol. Fish.*26, 39–51.

FORTES-SILVA, R., SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F.J., MARTÍNEZ, F.J., 2011. **Effects of pretreating a plant-based diet with phytase on diet selection and nutrient utilization in European sea bass.** *Aquaculture* 319, 417-422.

FURNÉ, M.; MORALES, A. E.; TRENZADO, C. E.; GARCÍA-GALLEGO, M.; HIDALGO, M. C.; DOMEZAIN, A.; RUS, A. S. **The metabolic effects of prolonged starvation and refeeding in sturgeon and rainbow trout.** *Journal of Comparative Physiology: Part B, Philadelphia*, v. 182, p. 63–76, 2012.

GAO, Y.; LEE, J. Y. **Compensatory responses of nile tilapia *Oreochromis niloticus* under different feed deprivation regimes.** *Fisheries and Aquatic Sciences*, London, v. 15, n. 4, p. 305-311, 2012.

GODINHO, H.P. **Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção.** *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.31, p.351-360, 2007.

GOMES, B.S. **Automação, investimento que dá retorno**. 2004. Disponível em: <[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/Artigo\\_422.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/Artigo_422.pdf)>. Acesso em: 27 de março de 2021.

LIMA, T. O. 2014. **Uso do eugenol na indução anestésica de tambaquis (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) em diferentes dosagens e temperaturas**. 2014. 53 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Pesca) - Fundação Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici.

GONÇALVES, L. U. *et al.* **Morfologia e fisiologia do sistema digestório de peixes**. In: FRACALLOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. (Ed.). **Nutriaqua: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Copiart, 2013. p. 9-36.

GURNEY, W. S. C.; JONES, W.; VEITCH, A. T.; NISBET, R. M. **Resource allocation, hyperphagia, and compensatory growth in juveniles**. *Ecology*, Hoboken, v. 84, p. 2777-2787, 2003.

HALVER, J.E., AND HARDY, R.W. (2002). **Fish Nutrition**. Academic Press, San Diego, CA.

HAYWARD RS, Noltie DB, Wang N (1997) **Use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates**. *Trans Am Fish Soc* 126:316–322.

HIDALGO, F., ALLIOT, E. 1987. **La digestión en los peces**. In: ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J., LABARTA, U. (Eds.). *Nutrición en acuicultura I*. Madrid: Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. p.85-107.

HIGUCHI, L.H., FEIDEN, A.; MATSUSHITA, M.; SANTAROSA, M.; ZANQUI, A.B.; F. BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W.R. 2013 **Quantificação de ácidos graxos de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes fontes de óleos vegetais**. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, p. 1913-1924.

HILBIG, C.C. **Feeding rate for pacu reared in net cages**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, p.1570-1575, 2012.

HORNICK, J.L. *et al.* Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domest Anim Endocrin**, v.19, n.2, p.121-132, 2000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, 49p. 2015.

IRSCHICK. D. J; LOSOS. J.B. **Do lizards avoid habitats in which performance is submaximal? The relationship between spring capabilities and structural habitat in Caribbean anoles**. *Am. Nat*: 154: 293:305, 1999.

JOBLING M (2010) **Are compensatory growth and catch-up growth two sides of the same coin?** *Aquac Int* 18:501–510.

KITAGAWA, A.T., COSTA, L.S., PAULINO, R.R., Luz, R.K., Vieira-Rosa, P., Guerra-Santos, B., FORTES-SILVA, R., 2015. **Feeding behavior and the effect of photoperiod on the performance and hematological parameters of the pacamã catfish (*Lophiosilurus alexandri*)**. Appl. Anim. Behav. Sci. 171, 211–218.

KOJIMA, J. T.; LEITÃO, N. J.; MENOSSI, O. C. C.; FREITAS, T. M.; DAL-PAI SILVA, M.; PORTELLA, M. C. **Short periods of food restriction do not affect growth, survival or muscle development on pacu larvae**. Aquaculture, Amsterdam, v. 436, p. 137–142, 2015.

KUBITZA, F. 2015 **Aquicultura no Brasil: Principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios**. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v.25, p. 1-23.

KUBITZA, F. **Ajustes na nutrição e alimentação das tilápias**. Revista Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, p. 14, nov./dez. 2006.

KUBITZA, F. Ph.D. - Consultoria e Treinamento em Aquicultura. **Nutrição e Alimentação de Tilápias** - Parte 1. Panorama da AQUICULTURA, março/abril, 1999.

KULTZ, D. AND JURSS, K.. **Acclimation of chloride cells and Na/K-ATPase to energy deficiency in tilapia (*Oreochromis mossambicus*)**. Zool. Jb. Physiol. 95, 39–50, 1991.

LIEM, K.F.; BEMIS, W.E.; WARKER, W.F.; GRANDE, L.. **Anatomia funcional dos vertebrados**. Uma perspectiva evolutiva . 3ª Ed. Editora Norte Americana. 2013.

LIM, C., WEBSTER, C. D. (Ed.) **Tilapia: biology, culture, and nutrition**. New York: Food product Press, 2006.

LÓPEZ-OLMEDA, J.F., SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F.J., 2010. **Feeding rhythms in fish: from behavioral to molecular approach**. In: Kulczykowska, E. (Ed.), Libro: Biological Clock in Fish. Science Publishers, Enfield, USA, pp. 155–184 (860 pp., Chapter: 8).

LOURES, B. R. R. *et al.* **Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.)**, associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. Acta Scientiarum, v. 23, n.4, p. 877-883, 2001.

MARQUES, Agnes de Souza. **Crescimento compensatório de alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a restrição alimentar e realimentação**. 2018. 35p. Monografia (Graduação em Engenharia de Aquicultura) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

MASON, J.C. (1976). **Response of underyearling coho salmon to supplemental feeding in a natural stream**. *J. Wild. Manag.* 40, 775-788.

MCCUE, M.D. 2010. **Starvation physiology: reviewing the different strategies animals use to survive a common challenge.** *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 156, 1-18.

MIHELAKAKIS, A.; TSOLKAS, C.; YOSHIMATSU, T. **Optimization of feeding rate of hatchery- produced juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata*.** *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 33, n. 2, p. 169-175, 2002.

MONTOYA, A., ZAMORA, S., SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F.J., 2012. **Dietary selection by gilthead seabream (*Sparus aurata*) provided with unbalanced mixed-macronutrient feeds dis-pensed from self-feeders.** *Aquaculture* 358, 35–40.

MYSZKOWSKI, L. **Compensatory growth, condition and food utilization in barbel *Barbus barbus* juveniles reared at different feeding periodicities with a dry diet.** *Journal of Fish Biology*, Chichester, v. 82, p. 347–353, 2013.

NAVARRO, I.; GUTIÉRREZ, J. **Fasting and starvation. Biochemistry and molecular biology of fishes, metabolic biochemistry.** Amsterdam, Elsevier, v.4, p. 393–434, 1995.

Neves, L. Q. S., **Estratégia alimentar para o desempenho zootécnico do pirarucu (*Arapaima gigas*).** Trabalho de Conclusão de Curso, 2018.

NEVES, P.R.; NATALI, M.R.M.; RIBEIRO, R.P; *et al.* **Morphological characteristics of ovarian development of two Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains in mixed-culture systems.** *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.61, p.1173-1182, 2009.

NICIEZA, A.G., AND METCALFE, N.B. (1997). **Growth compensation in juvenile Atlantic salmon: responses to depressed temperature and food availability.** *Ecology* 78, 2385-2400.

O'CONNOR, C.M., NORRIS, D.R., CROSSIN, G.T., AND COOKE, S.J. (2014). **Biological carryover effects: linking common concepts and mechanisms in ecology and evolution.** *Ecosphere* 5, 1-11

Oh SY, Noh CH, Kang RS (2008) **Compensatory growth and body composition of juvenile black rockfish *Sebastes schlegeli* following feed deprivation.** *Fish Sci* 74:846–852.

OLIVEIRA, P. N. **Teste de resistência hidrostática e comparação econômica entre tanques pré-moldados e viveiros.** *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, v.2, n.2, p.95-100, 2007.

PALMA, E. H.; TAKAHASHI, L. S.; DIAS, L. T. S.; GIMBO, R. Y.; KUYIMA, T. J.; NICODEMO, D. **Estratégia alimentar com ciclos de restrição e**

**realimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-nilo da linhagem GIFT.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 421- 426, 2010.

PASCUAL, P., PEDRAJAS, J.R., TORIBIO, F., LÓPEZ-BAREA, J. AND PEINADO, J. (2003). **Effect of food deprivation on oxidative stress biomarkers in fish (*Sparus aurata*).** *Chem. Bio. Interact.* 145, 191-199.

PORTER, W.P., AND GATES, D.M. (1969). **Thermodynamic equilibria of animals with environment.** *Ecol. Monograph.* 39, 227-244.

RIDLEY, M. 2006. **Evolução.** 3 ed. Porto Alegre: Artmed.

RIOS, F.S.; KALININ, A.L.; RANTIN, F.T. **The effects of long-term food deprivation on respiration and haematology of the neotropical fish *Hoplias malabaricus*.** *Journal of Fish Biology*, v. 61, n. 1, p. 85-95, 2002.

ROTTA M.A. **Utilização do ácido ascórbico (vitamina C) pelos peixes.** **Corumbá.** Embrapa Pantanal, p.54, 2003.

Salomão *et al.* R. A. S. **Crescimento compensatório em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*),** v.11, n.7, p.646-651, julho., 2017.

SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F.J., Martínez, M., Zamora, S., Madrid, J.A., 1994. **Design and performance of an accurate demand feeder for the study of feeding behaviour in sea bass (*Dicentrarchus labrax*)** L. *Physiol. Behav.* 56, 789–794.

SANTOS, A. B. I.; CAMILO, F. L.; ALBIERI R. J.; ARAUJO F. G. 2011. **Morphological patterns of five fish species (four characiforms, one perciform) in relation to feeding habits in a tropical reservoir in south-eastern Brazil.** *Journal of Applied Ichthyology*,, p. 1-5.

SANTOS, L.; FILHO, M.P.; SOBREIRA, C.; ITUASSÚ, D.; FONSECA, F.A.L. 2010. **Exigência proteica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após privação alimentar.** *Acta Amazonica*, 403: 597-604.

SCHMITTOU, H. R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume.** Campinas: Mogiana Alimentos e Associação Americana de Soja, 1997. 78 p.

SCHMITTOU, R. H., JIAN Z.; CRAMBER, M. C. **Principles and practices of 80:20 pond fish farming.** St. Louis: American Soybean Association, 1998.

SEVGILI, H.; HOSSU, B.; EMRE, Y.; KANYILMAZ, M. **Compensatory growth after various levels of dietary protein restriction in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*.** *Aquaculture*, Amsterdam, v. 344-349, p. 126–134, 2012.

SHIAU, S.Y. 1997. **Utilization of carbohydrates in warmwater fish with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*.** *Aquaculture* 151: 79-96.

SIGNOR, A.A.; SIGNOR, F.R.P.; NERVIS, J.A.L.; WATANABE, A.L.; REIDEL, A.; BOSCOLO, W.R. **Feed management of pacu juveniles cultivated in net cages.** *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 44, n.3, p. 338-346, 2018.

SILVA, M.A.F. **O mercado para produtos industrializados da pesca e aquicultura.** In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE AQUICULTURA 3. 1999. *Anais...* São Paulo. São Paulo: Gessulli Eventos, 1999, p.18-20.

SOUZA, V.L., URBINATI, E.C., MARTINS, M.I.E.G., SILVA, P.C. 2003. **Avaliação do crescimento e do custo da alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) submetidos a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação.** *Revista Brasileira de Zootecnia* 32: 19-28.

STICKNEY, R. R. **Principles of Warmwater Aquaculture.** New York: John Wiley & Sons, 1979.

SUN, L.H.; CHEN, H.R.; HUANG, L.M.; WANG, Z.; YAN, Y. **Growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) relative to ration.** *Aquaculture*, v.257, p.214-220, 2006. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.02.074.

TACHIBANA, L.; CASTAGNOLI, N.; PEZZATO, L.E. et al. **Desempenho de diferentes linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual.** *Acta Scientiarum Animal Sciences*. v.26, n.3, p.305-311, 2004.

TACON G. J.; COWEY, C. B. **Protein and amino acid requirements.** In: TITLER, P.; CALOW, P. (Ed.). *Fish energetics: new perspectives.* London: Croom Helm, 1985. p.155-183.

TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; CRISCUOLO-URBINATI, E.; URBINATI, E. C. **Feeding strategy with alternate fasting and refeeding: effects on farmed pacu production.** *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, Berlin*, v. 95, p. 259-266, 2011.

TIAN, H.Y., Zhang, D.D., Li, X.F., Zhang, C.N., Qian, Y., Liu, W.B., 2015. **Optimum feeding frequency of juvenile blunt snout bream *Megalobrama amblycephala*.** *Aquaculture* 437, 60–66.

TREWAVAS E. (1983). **Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis*, and *Danakilia*.** *British Museum (Natural History)*.

URBINATI, E. C.; SARMIENTO, S. J.; TAKAHASHI, L. S. **Short-term cycles of feed deprivation and refeeding promote full compensatory growth in the Amazon fish matrinxã (*Brycon amazonicus*).** *Aquaculture, Amsterdam*, v. 433, p. 430–433, 2014.

VISWANATHAN, G.M., Buldyrev, S.V., Havlin, S., Da-Luz, M.G.E., Raposo, E.P., Stanley, H.E., 1999. **Optimizing the success of random searches**. *Nature* 401, 911– 914.

WANG, T., HUNG, C.C., AND RANDALL, D.J. (2006). **The comparative physiology of food deprivation: from feast to famine**. *Annu. Rev. Physiol.* 68, 223-251.

Watanabe., T. (2002) **Strategies for further development of aquatic feeds**. *Fisheries Science* 68: 242–252.

WINEMILLER, K. O. 1991. **Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions**. *Ecological Monographs*, v. 61, n. 4, p. 343-365, 1991.

XIE, F., AI, Q., MAI, K., XU, W., MA, H., 2011. **The optimal feeding frequency of large yellowcroaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae**. *Aquaculture* 311, 162–167.

YARMOHAMMADI, M.; SHABANI, A.; POURKAZEMI, M.; SOLTANLOO, H.; IMANPOUR, M. R.; RAMEZANPOUR, S.; SMITH-KEUNE, C.; JERRY, D. R. **Effects of starvation and re-feeding on compensatory growth performance, plasma metabolites and IGF-I gene expression of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*, Borodin 1897)**. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, Tehran, v. 12, n. 2, p. 465- 483, 2013.

ZHU, X., CUI, Y., ALI, M., WOOTON, R.J. **Comparison of compensatory growth responses of juvenile threespined stickleback and minnow following similar food deprivation protocols**. *Journal of Fish Biology*. V. 58, p 1149-1165. 2001.