CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO METABOLISMO DOS PEIXES

Fábio de Freitas Ferreira Filho

Rio Verde - GO

Agosto de 2022

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
ZOOTECNIA

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO METABOLISMO DOS PEIXES

Fábio de Freitas Ferreira Filho

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção de grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof. Ana Paula Cardoso Gomide

Rio Verde - GO
Agosto de 2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

F43i Filho, Fábio de Freitas Ferreira
Influência Da Temperatura no Metabolismo Dos Peixes / Fábio de Freitas Ferreira Filho; orientadora Ana Paula Cardoso Gomide. -- Rio Verde, 2022.
27 p.

TCC (Graduação em Zootecnia) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

1. Crescimento. 2. Digestão. 3. Larvas. 4. Peixes ornamentais. I. Cardoso Gomide, Ana Paula , orient. II. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

INSTITUTO FEDERAL
Goiano

Repositório Institucional do IF Goiano -RIIF Goiano
Sistema Integrado de Bibliotecas

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

[ ] Tese [ ] Artigo Científico

[ ] Dissertação [ ] Capítulo de Livro

[ ] Monografia – Especialização [ ] Livro

[X] TCC - Graduação [ ] Trabalho Apresentado em Evento

[ ] Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____

Nome Completo do Autor: Fábio De Freitas Ferreira Filho

Matrícula: 2018102201840371

Título do Trabalho: INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO METABOLISMO DOS PEIXE**S**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: [x] Não [ ] Sim, justifique:_____

_____ Informe a

data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 20/09/2022

O documento está sujeito a registro de patente? [ ] Sim [x] Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? [ ] Sim [x] Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 09/09/2022.

Local/Data

Fábio de Freitas Ferreira Filho

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Ana Paula Cardoso Gomide

Ana Paula Cardoso Gomide
IF Goiano-Câmpus Rio Verde
Matrícula: 2143967

Assinatura do orientador

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 77/2022 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) 30 dia(s) do mês de agosto de 2022, às 09 horas e 00 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pela docente: Ana Paula Cardoso Gomide (orientadora) e pelas mestrandas Ruscarla Carvalho Moraes (membro), Stéfane Alves Sampaio (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “Influência da Temperatura no Metabolismo dos Peixes” do estudante Fábio de Freitas Ferreira Filho, Matrícula nº 2018102201840371 do Curso de Bacharelado em Zootecnia do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Ana Paula Cardoso Gomide

Orientadora

(Assinado Eletronicamente)

Ruscarla Carvalho Moraes

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Stéfane Alves Sampaio

Membro

Observação:

( ) O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Ruscarla Carvalho Moraes, 2020102310240066 - Discente**, em 08/09/2022 10:43:14.
- **Stéfane Alves Sampaio, 2021202310240008 - Discente**, em 07/09/2022 22:09:06.
- **Ana Paula Cardoso Gomide, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 06/09/2022 14:09:26.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/09/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 423034
Código de Autenticação: 430e0a5609

INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que
Acredite que ele possa ser realizado”
Roberto Shinyash

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me dar forças para seguir em frente e batalhar pelo meu sonho.

Á meu pai, minha mãe, meu irmão e a minha namorada que sempre estiveram ao meu lado para que meu objetivo fosse alcançado.

Á minha orientadora, Drª Ana Paula Cardoso Gomide, e aos professores do curso de zootecnia, por me auxiliar nessa caminhada e compartilhar seus conhecimentos.

Aos colegas de graduação, pelos diversos momentos de alegria e angústia divididos durantes esses anos.

Ao Instituto Federal Goiano pela oportunidade de ensino, aos membros da banca, pela disponibilidade para participação de minha defesa.

Dedico esse trabalho a meu pai, minha mãe, meu irmão e a minha namorada, e aqueles que contribuirão para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Enfim, serei eternamente grato pela contribuição de cada um para a constituição deste sonho.

RESUMO

A temperatura é um fator ambiental muito importante para os peixes, pois a maioria das espécies é isotérmica e depende da temperatura ambiente para manter o funcionamento de seu organismo. Diante o exposto, objetivou-se analisar a influência da temperatura no desempenho produtivo, comportamento reprodutivo e metabolismo em peixes, bem como os danos que essas alterações de temperatura podem provocar ao fígado desses animais e influenciar na alimentação das larvas. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica da literatura eletrônica. Este estudo traz informações sobre os efeitos da temperatura sobre o desempenho zootécnico e perfil metabólico de peixes. E com estes dados, é esperado melhorar as condições de cultivo desta espécie, tanto para fins de conservação como também podendo ser utilizada futuramente para melhorar as técnicas de cultivo com objetivo comercial. A temperatura é um fator de extrema importância no cultivo de peixes, pois os peixes, sendo animais ectodérmicos, sofrem influência direta da temperatura do ambiente em que vivem, afetando o metabolismo desses animais aquáticos.

PALAVRAS-CHAVE: crescimento, digestão, larvas, peixes ornamentais.

ABSTRACT

Temperature is a very important environmental factor for fish, as most species are isothermal and depend on the ambient temperature to keep their organism functioning. Given the above, the objective was to analyze the influence of temperature on productive performance, reproductive behavior and metabolism in fish, as well as the damage that these temperature changes can cause to the liver of these animals and influence the feeding of the larvae. Therefore, a bibliographic review of the electronic literature was carried out. This study provides information on the effects of temperature on the zootechnical performance and metabolic profile of fish. And with these data, it is expected to improve the cultivation conditions of this species, both for conservation purposes and also being able to be used in the future to improve cultivation techniques for commercial purposes. Temperature is an extremely important factor in fish farming, as fish, being ectodermal animals, are directly influenced by the temperature of the environment in which they live, affecting the metabolism of these aquatic animals.

KEYWORDS: growth, digestion, larvae, ornamental fish.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7
2 METODOLOGIA 9
3 REVISÃO DE LITERATURA 11
3.1 Desempenho produtivo em peixes 11
3.2 Metabolismo dos Peixes 12
3.3 Danos no fígado 13
3.4 Comportamento reprodutivo 14
3.5 Alimentação de larvas 16
3.6 Peixes ornamentais 17
3.7 A problemática no aumento da temperatura e a fisiologia animal 19
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 24

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a busca por dietas mais saudáveis aumentaram a demanda mundial por pescado nos últimos anos. De acordo com a FAO (2016), o peixe continua sendo um dos alimentos mais comercializados no mundo, sendo mais da metade do valor das exportações provenientes de países em desenvolvimento. Isso se deve ao enorme potencial dos oceanos e das águas continentais, que podem dar uma contribuição significativa para a segurança alimentar e nutrição adequada da população mundial, que pode chegar a 9,7 bilhões até 2050.

O Brasil é um dos países com maior potencial para a aquicultura, graças às suas reservas hídricas, clima favorável e espécies aquáticas com grande importância zootécnica e de mercado. No entanto, a produção aquícola nacional ainda é incipiente em comparação com os maiores produtores mundiais, como China, Índia, Vietnã e Indonésia (FAO, 2012).

A aquicultura é o cultivo ou produção artificial de organismos dominados por habitats aquáticos, de forma controlada ou semi-controlada, dentre esses organismos podemos citar peixes, moluscos, crustáceos, anfíbios e répteis (SIQUEIRA, 2017). A aquicultura é uma atividade geradora de renda em expansão que é intensiva em mão de obra e, portanto, gera muitas oportunidades de emprego e pode ser implementada em escala familiar (SOUZA, 2006).

A temperatura é um fator ambiental muito importante para os peixes, pois a maioria das espécies é isotérmica e depende da temperatura ambiente para manter o funcionamento de seu organismo. Segundo Baldisserotto (2009), a temperatura atua nos tecidos, células e moléculas dos peixes, aumentando a cinética e os pontos de equilíbrio das reações por meio de ligações intramoleculares e intermoleculares fracas. Esse processo fisiológico pode afetar todo o seu desenvolvimento embrionário (RADONIÉ et al. 2005), larval (LEE et al. 2017), atividade enzimática (PIEDRAS et al., 2004) e expressão gênica, como aquelas associadas à atividade antioxidante (CHENG et al. al., 2015). Além disso, a temperatura também pode ser um determinante positivo ou negativo do crescimento dos peixes (BESSON et al., 2016).

Estudos de reprodução de peixes avaliaram o efeito da temperatura em diferentes níveis de respostas, incluindo gametogênese, desempenho reprodutivo, esteróides sexuais e parâmetros fisiológicos (LIMA, 2016). No entanto, faltam informações sobre as alterações metabólicas associadas à interação da temperatura com a atividade reprodutiva dos peixes.

Além da reprodução, a temperatura também afeta o consumo de alimentos e a eficiência da digestão na fase larval (TAKATA et al., 2018). Diferentes espécies podem ter temperaturas específicas para uma ótima eficiência alimentar. Estudos de alimentação por meio da avaliação

do conteúdo gástrico das larvas podem fornecer informações para melhorar a produtividade (ZHANG et al., 2016), principalmente em relação ao efeito da temperatura.

Diante o exposto, objetivou-se descrever a influência da temperatura no desempenho produtivo, comportamento reprodutivo e metabolismo em peixes, bem como os danos que essas alterações de temperatura podem causar ao fígado desses animais e influenciar na alimentação de larvas. Inclusive foi relatado a importância dos peixes ornamentais e mostrar a problemática no aumento da temperatura e a fisiologia animal. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica da literatura eletrônica.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho se manifesta como pesquisa bibliográfica, que utiliza fontes secundárias para obtenção de dados e informações, ou seja, todas as bibliografias utilizadas são de acesso público, e utiliza determinados tipos de publicações disponíveis em meio eletrônico, como monografias, teses, trabalhos científicos e artigos. Além disso, a pesquisa pode ser dividida em pesquisa qualitativa e pesquisa descritiva, pois a coleta de dados para interpretação é subjetiva, ou seja, não requer métodos e técnicas estatísticas para caracterizar os sujeitos da pesquisa.

O levantamento das informações foi realizado através de publicações disponibilizadas no meio eletrônico, o qual através do campo de pesquisa na homepage https://scholar.google.com.br/?hl=pt, do Google Acadêmico, foram utilizadas as seguintes palavras-chave para encontrar publicações que tivessem informações de relevância com o tema: “aquicultura”, “aquicultura no Brasil”, “sistemas de criação na piscicultura”, “impactos ambientais da aquicultura”, “impactos sociais da aquicultura”, impactos econômicos da aquicultura”, “aquicultura de forma sustentável”, “principais espécies de peixes na piscicultura”, “principais espécies na aquicultura”, “piscicultura”, “limitações na expansão da aquicultura”, “benefícios da aquicultura”, “peixes ornamentais”, “principais espécies de peixes ornamentais”, “produção de peixes ornamentais”, “temperatura e metabolismo de peixes”.

Os resultados de busca variaram entre 9.680 a 914.000 resultados até o momento da última pesquisa. Para a seleção das publicações, foi levado em consideração as que tinham relação com o tema abordado e para isso foram analisados os títulos e resumos dos mesmos, ano de publicação mais recente (até 10 anos) e confiabilidade da fonte.

Inicialmente, foram escolhidos o tema e o título do projeto, para em seguida ser iniciada a pesquisa propriamente dita. Feito isso, as informações foram organizadas em introdução, metodologia, revisão de literatura e considerações finais. Na introdução, foi feita uma breve abordagem geral do assunto a ser discutido, sendo que alguns parágrafos foram fundamentados. Já na metodologia, foi exposto de forma técnica como a pesquisa foi iniciada, desenvolvida, organizada e finalizada. No tópico de revisão de literatura, foi discutido o objeto de estudo através de citações exclusivamente fundamentadas, estas podendo ser indiretas e diretas, as quais foram agrupadas através de tópicos seguindo uma ordem cronológica para uma melhor compreensão do objeto de estudo. Nas considerações finais, foi realizado um resumo sobre o tema abordado, explanando o objetivo do trabalho e, consequentemente, as informações mais relevantes e os resultados da revisão de literatura.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Efeito da temperatura sob o desempenho produtivo em peixes

Devido à característica ectotérmica dos peixes, a temperatura da água tem um grande impacto no seu desenvolvimento. Portanto, em temperaturas mais baixas, o metabolismo dos animais é reduzido, enquanto em temperaturas mais altas ocorre maior crescimento, temperaturas extremas, podem levar a morte dos animais. Uma forma de avaliar a temperatura ideal para uma determinada espécie é através da relação entre o desempenho zootécnico e o consumo alimentar. É importante notar que o maior crescimento ocorre devido ao aumento do metabolismo dos animais causado pelas temperaturas mais quentes. No entanto, quando os peixes são expostos a temperaturas muito altas, o crescimento dos animais pode parar (BALDISSEROTTO, 2009).

Em um estudo com alevinos (larvas) de Bijupirá (*Rachycentron canadum)* nas temperaturas de 23; 27; 31 e 35°C, os autores observaram efeitos secundários na conversão alimentar aparente e eficiência protéica e energética. Além disso, a eficiência nutricional melhorou à medida que a temperatura aumentou para 31°C. Por outro lado, a 35°C, observou-se uma deterioração na conversão alimentar aparente, retenção de proteína e eficiência energética (SUN et al., 2006).

Santos et al. (2017) estudaram a espécie pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e avaliaram o desempenho da produção de alevinos com 24, 28 e 32°C, com e sem estimulação do exercício, observaram que os alevinos na temperatura de 24°C apresentaram o menor desempenho e pior conversão alimentar. No entanto, a 28° e 32°C, não houve diferença em suas taxas de crescimento específicas e taxas de conversão alimentar, e a estimulação do exercício proporcionou melhorias adicionais nas taxas de conversão alimentar para peixes criados com 28° e 32°C.

O estágio de vida do peixe também é outro fator relacionado à temperatura e ao metabolismo. Lima (2016) observou que o juvenis de Psetta maxima (*Scophthalmus maximus)* de 25 a 75 g apresentou melhores taxas de crescimento em temperaturas entre 16 e 19°C. Por outro lado, juvenis pesando 100 g apresentaram melhores taxas de crescimento em temperaturas entre 13 e 16°C.

Outra forma de avaliar o efeito da temperatura no desenvolvimento dos peixes é através do desenvolvimento muscular e da expressão gênica de genes associados ao crescimento e desenvolvimento muscular. Takata et al. (2018), observaram desenvolvimento muscular em

larvas e juvenis de Pacamã (*Lophiosilurus alexandri)* expostos a diferentes temperaturas de 23, 26, 29 e 32 °C, e observaram um aumento no diâmetro do músculo branco e efeito hipertrófico. Os efeitos das temperaturas de 24, 28 e 32°C no crescimento muscular foram investigados em juvenis de Pacu-caranha (*Piaractus mesopotamicus)*, através das características morfológicas e morfométricas dos músculos e da expressão dos genes Myod, miogenina e miostatina, e observou-se que a temperatura mais baixa forneceu uma correlação com o crescimento muscular, a expressão gênica associada aumenta e também induz um atraso no desenvolvimento muscular juvenil (PAULA et al., 2014).

3.2 Metabolismo dos peixes em relação a temperatura

A temperatura é um parâmetro que afeta o metabolismo dos peixes. Portanto, também pode determinar a temperatura ideal de uma espécie por meio de indicadores bioquímicos, de estresse e metabólicos.

Uma maneira de avaliar o efeito da temperatura no metabolismo dos peixes é por meio das técnicas de alocação de energia celular (CEA) e taxa de consumo de oxigênio (OCR) (WEN et al., 2017). Trabalhando com Acará-disco (*Symphysodon aequifasciatus)* em temperaturas com 20, 24 e 28°C, esses autores avaliaram CEA e OCR usando a razão de energia disponível (Ea), gasto energético (ETS) para quantificar o consumo de oxigênio através de uma câmara. Esses autores observaram que à medida que a temperatura diminuía, as reservas energéticas dos peixes diminuíam e o consumo de oxigênio aumentava. No entanto, no final do experimento, os autores observaram que as diferenças metabólicas em todos os peixes tratados em diferentes temperaturas se estabilizaram e se tornaram iguais entre os tratamentos.

Outra forma de avaliar o efeito da temperatura no metabolismo dos peixes é analisar outros metabólitos como hematócrito, hemoglobina, cortisol, ácidos graxos livres, triacilgliceróis, glicogênio, glicose e lactato. A fosfatase alcalina hepática, alanina aminotransferase e aspartato aminotransferase também têm sido utilizadas para avaliar o metabolismo dos peixes, conforme descrito por Wen et al. (2017), que utilizaram essas enzimas para avaliar a resposta fisiológica de Acará-disco (*Symphysodon aequifasciatus*) exposto a temperaturas de 20, 24 e 28°C, observaram um aumento dessas enzimas com a diminuição da temperatura, demonstrando um efeito compensatório da taxa de metabolismo.

A temperatura também é conhecida por induzir estresse oxidativo e apoptose, como observado por Cheng et al. (2015), que avaliaram o efeito do estresse térmico por alta temperatura (34°C) em *Takifugu obscuru)*. Para espécies nativas da América do Sul, os estudos

sobre os efeitos da temperatura em sua fisiologia, metabolismo e estresse permanecem escassos, principalmente para espécies do gênero *Brycon*, seja para fins de compreensão de sua fisiologia ou para produção comercial.

3.3 Danos no fígado provocados pelo efeito da temperatura

O fígado é o órgão responsável pela maioria das funções metabólicas do corpo, é sensível às alterações induzidas pelo ambiente e causa distúrbios metabólicos, sendo amplamente utilizado em estudos de impacto alimentar (LOPES et al., 2005), poluentes (HENARES et al., 2007) e o meio ambiente (SANTOS, 2010), em peixes.

As lesões que podem ser observadas no fígado incluem esteatose e centros de macrófagos melanocíticos. A esteatose hepática é uma doença causada pelo acúmulo de lipídios no fígado, que ficam armazenados em vacúolos, podendo levar a danos mais graves, como vacuolização citoplasmática (KLIEMANN et al., 2018). Ele pode ser usado para avaliar os efeitos de produtos químicos, fatores ambientais e patógenos no metabolismo lipídico nos fígados dos peixes (ZHANG et al., 2016).

Os centros de macrófagos de melanócitos são aglomerados de células pigmentares que estão presentes no rim, baço e fígado de peixes, estão envolvidos no armazenamento de ferro e defesa antioxidante, podem estar associados ao estresse ambiental e são amplamente utilizados como biomarcadores de qualidade ambiental (AGIUS; ROBERTS, 2003).

Existem estudos relatando o efeito da temperatura na morfologia e possíveis danos ao fígado pela temperatura. Neste estudo, eles investigaram o efeito de larvas de Esturjão branco (*Acipenser transmontanus)* expostas a temperaturas de 13,5 e 17,5°C, com e sem adição de substrato, na morfologia do fígado em uma incubadora, e observaram que a temperatura não afetou a estrutura celular. Por outro lado, larvas criadas em incubadora suplementada com substrato apresentaram níveis mais elevados de vacúolos lipídicos no fígado (BOUCHER et al., 2014).

3.4 Comportamento reprodutivo dos peixes

Além dos estudos hematológicos e hormonais, o entendimento do comportamento reprodutivo dos peixes pode ajudar a melhorar as condições de manutenção da reprodução, aumentando assim a produtividade das espécies em cativeiro (MATTOS et al., 2016).

O comportamento reprodutivo é dividido em categorias e subcategorias, que por sua vez podem variar de acordo com a espécie ou mesmo dentro de um mesmo grupo (MATTOS et al., 2016). No qual, é dividido em seleção de parceiros, emparelhamento, acasalamento, desova e cuidado parental. Em outros casos, machos e fêmeas interagem apenas durante o acasalamento e a postura, com apenas um dos sexos para o cuidado parental, como por exemplo, o peixe beta (*Betta splendens)* (FARIA et al., 2007) e tilápia-do-nilo (*Oreochromis* sp.) (SIMÕES et al., 2015).

A escolha do parceiro de acasalamento é descrita para diferentes espécies. Para P. scalare, as fêmeas selecionam machos experientes e agressivos para formar pares, aumentando assim a sobrevivência de ovos e larvas durante o cuidado parental (CACHO et al., 2007). Para o Cará (*Cichlasoma dimerus)*, tanto masculino quanto feminino, os indivíduos casados são os mais altos na hierarquia social. Para a tilápia vermelha, as fêmeas preferem machos maiores e agressivos com criadouros durante a seleção de parceiros (CHELLAPPA et al., 2014). Por outro lado, a dominância social feminina não promove prioridades de acasalamento na tilápia do Nilo, e os machos desta espécie podem selecionar as fêmeas com base no estágio de maturação gonadal e não no status social (FREITAS; FERREIRA, 2004).

A capacidade de selecionar um parceiro para o acasalamento é adquirida durante a evolução e está associada a uma maior chance de sobrevivência da prole (YORK et al., 2015). As fêmeas de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans)* mostram uma preferência por machos bem nutridos em relação a machos privados de alimento (GIAQUINTO, 2010). Para espécies onde a capacidade de defesa do território é importante, a preferência por indivíduos maiores e agressivos é razoável (ARAÚJO et al. 2014). Outros aspectos relacionados à seleção de parceiros reprodutivos são estímulos visuais como exibição de nadadeiras (MAKOWICZ et al., 2016) e reforço da coloração (SELZ et al., 2014).

Além dos estímulos visuais, os peixes utilizam outros mecanismos de comunicação em seu comportamento reprodutivo. Os feromônios são os principais estímulos químicos envolvidos no comportamento reprodutivo (SIMÕES et al., 2015). Da mesma forma, a frequência e a duração da comunicação vocal entre os peixes têm sido associadas ao comportamento reprodutivo e à sincronização, determinando o sucesso da corte (LONGRIE et al., 2013). Esses fatores comportamentais são regulados por mecanismos endócrinos em resposta a estágios fisiológicos que mudam durante a maturação gonadal, acasalamento, ovulação e cuidado parental (RAMALLO et al., 2014).

A temperatura é o principal fator que controla a maturação final dos gametas, a ovulação e a desova (NOWOSAD et al., 2014). No mesmo sentido, mudanças de alta temperatura ou

manutenção fora da faixa confortável podem produzir ovos de baixa qualidade, inibindo a reprodução (TARGOŃSKA et al., 2014) ou estimular atresia folicular (THOMÉ et al., 2012). De fato, a maturação terminal da bactéria *Pseudomonas aegypti* em peixes capturados na natureza é inibida quando a temperatura da água é de 23°C (ARANTES et al., 2011). Para a mesma espécie durante a indução hormonal, a reprodução em cativeiro com temperatura da água de 23°C resultou em redução da fecundidade, fêmeas ovulando e número de oócitos vitelinos (ARANTES et al., 2011). Os autores atribuem essa resposta a temperaturas abaixo da faixa ideal de reprodução da espécie, que é de 26°C.

O controle da temperatura da água em cativeiro tem sido usado para melhorar os protocolos de reprodução em diferentes espécies de teleósteos, permitindo a desova durante todo o ano. Para a carpa, a desova pode ser obtida sem afetar negativamente os resultados de taxa de ovulação, motilidade espermática e eclodibilidade quando a temperatura é aumentada gradualmente de 10°C para 20°C por 12 dias antes do período natural de reprodução (HERMELINK et al., 2011). Em um estudo posterior, para a mesma espécie, condicionada a 12°C por 12 semanas, depois aumentada a 14°C e mantida em temperatura constante por 8 semanas, relatou um ganho de fêmeas mais satisfatório na maturidade final (HERMELINK et al., 2013). Esses resultados sugerem que temperaturas mais baixas seguidas de temperaturas um pouco mais altas favorecem a maturação gonadal.

O hipotálamo é responsável por sincronizar o ciclo reprodutivo com as condições ambientais. Os estímulos capturados pela kisspeptina e pela glândula pineal são transmitidos ao hipotálamo, que por sua vez libera GnRH para atuar na glândula pituitária (ZOHAR et al., 2010). A hipófise é uma glândula endócrina presente nos vertebrados e é responsável pela síntese, armazenamento e liberação de diversos hormônios. Além de gonadotrofinas (LH e FSH), hormônio do crescimento (GH), hormônio estimulante da tireóide (TSH), melanocortina pró-opióide (POMC), prolactina (PRL) e somatotropina (SL) são encontrados na hipófise (GANECO, 2007). São responsáveis por regular diferentes funções como desenvolvimento, crescimento, osmorregulação, metabolismo e reprodução.

Por outro lado, o efeito da temperatura nos parâmetros hematológicos do reprodutor não é totalmente compreendido. No entanto, mudanças foram relatadas devido a fatores ambientais e sazonalidade da dieta (MATSCHE; GIBBONS, 2012). Em geral, os ritmos sazonais nos níveis de parâmetros hematológicos podem ser atribuídos a flutuações naturais em fatores extrínsecos (temperatura da água e fotoperíodo), e subsequentes mudanças na ingestão diária de alimentos e maturidade sexual (KAVADIAS et al., 2004).

3.5 Alimentação de larvas

Estudos de alimentação durante a criação de larvas fornecem informações de importância biológica e produtiva para diferentes espécies de peixes ósseos. A criação de larvas é considerada a fase mais crítica para a sobrevivência, especialmente durante a primeira alimentação exógena (MA et al., 2014). Depois de usar o período de reserva endógena, as larvas necessitam de qualidade e quantidade de alimentos para atender às suas necessidades nutricionais (PITTMAN et al., 2013).

O manejo alimentar incorreto nesta fase pode levar a alta mortalidade e redução das taxas de crescimento (PARMA et al., 2013). No mesmo sentido, a privação de alimento faz com que as larvas percam permanentemente sua capacidade de alimentação (MA et al., 2014). Além disso, para espécies com hábitos alimentares carnívoros, a ingestão insuficiente de presas leva ao aumento do canibalismo (SILVA et al., 2014).

A temperatura é um fator importante que afeta a ingestão de alimentos durante a larvicultura (MCLENDER; CLARK, 2016). O aumento do metabolismo que acompanha as temperaturas mais quentes determina o tempo de busca e, portanto, a taxa na qual as larvas encontram a presa. Em contraste, deficiências funcionais relacionadas à fisiologia digestiva têm sido associadas a peixes longe do conforto térmico, incluindo tempos de trânsito gastrointestinal alterados (MIEGEL et al., 2010) e diminuição da atividade das enzimas digestivas (BOWYER et al., 2014). Além disso, mudanças metabólicas negativas também ocorrem com o estresse térmico (SAVOIE et al., 2008).

Sabe-se que a temperatura ótima durante a criação das larvas varia de espécie para espécie. Por exemplo, para larvas de picão-verde (*Stizostedion vitreum),* o consumo de presas e as taxas de ataque ao alimento vivo aumentaram à medida que a temperatura aumentou de 15°C para 22°C (LEE et al., 2011). Para espécies como *Lepomis macrochirus* e *Perca flavescens*, a digestibilidade foi maior a 22ºC em relação aos animais alimentados a 7ºC (LEGLER et al., 2010).

Para o peixe-gato (*Pangasianodon hypophthalmus),* a temperatura ideal para crescimento máximo foi ainda maior (31°C) na primeira alimentação exógena (BARAS et al., 2011). Resultados semelhantes foram encontrados em Pacamã (*L. alexandri),* sugerindo uma temperatura entre 29-32 °C (TAKATA et al., 2018). Essa diferença da temperatura ótima pode ser atribuída às diferentes condições de temperatura nos ambientes onde essas espécies são encontradas na natureza. No entanto, o efeito da temperatura na digestão de larvas de teleósteos não é totalmente compreendido.

3.6 Peixes ornamentais e suas temperaturas adequadas

Além de peixes cultivados para alimentação, os peixes ornamentais também possuem importância socioeconômica, principalmente por gerar renda para pequenos produtores em áreas rurais ou urbanas (IGARASHI, 2021). Entre 2001 e 2016, as exportações brasileiras de peixes ornamentais aumentaram 103,7%, ocupando a 14ª posição no ranking mundial de exportação, e sua produção está concentrada na região da Zona da Mata de Minas Gerais, considerado o maior centro de produção de peixes ornamentais (REZENDE; FUJIMOTO, 2021).

Peixes ornamentais podem ser considerados peixes que podem ser produzidos ou capturados em qualquer fase de seu desenvolvimento para fins decorativos, principalmente em aquários e lagoas ornamentais para fins recreativos ou educacionais (RIBEIRO; LIMA; FERNANDES, 2010).

O alevino nativo brasileiro está se tornando cada vez menos comum nas lojas de aquários brasileiras, pois acaba sendo mais lucrativo para os produtores exportarem, devido as exportações serem isentas, além de importadores internacionais que pagam melhor devido à demanda externa ser maior que a oferta (REZENDE; FUJIMOTO, 2021).

Levando em conta o número de animais de estimação no mundo, os peixes ornamentais apresentam o maior número, cerca de 655,8 milhões, dos quais 360,8 milhões são cães, 271,9 milhões são gatos, 200,5 milhões são aves e 70,5 milhões são répteis e outros pequenos mamíferos (REZENDE; FUJIMOTO, 2021). O Brasil ocupa o segundo lugar no comércio mundial de animais de estimação e o peixe é a quarta espécie mais criada nos lares brasileiros, depois de cães, gatos e aves (CARDOSO; BALIAN, 2018).

No âmbito ornamental, os crustáceos também são de importância socioeconômica, como camarões, lagostas e caranguejos, que são comumente utilizados para o cultivo de aquários, como Caridina spp. e Neocaridina Spp. As espécies de camarão de água doce mais vendidas são o camarão abelha (Caridina cantonensis) e o camarão cereja (Neocaridina heteropoda). Quando se trata de moluscos de água doce, a ampola (Pomaceadiffuse) é a mais conhecida e comercializada (REZENDE; FUJIMOTO, 2021).

Os peixes ornamentais marinhos são menos comercializados do que os peixes de água doce, sendo um dos motivos os maiores custos de manutenção e maior demanda por conhecimentos mais avançados de aquicultura (VIEIRA, 2020).

A piscicultura ornamental apresenta vantagens na captura/colheita desses organismos (ARRUDA, 2015). Produzido para abastecimento do mercado sem captura de populações

ornamentais naturais; produção de espécies exóticas; melhoramento genético; redução do risco de introdução de microrganismos patogênicos no rebanho; maior resistência aos tratamentos e, portanto, animais mais saudáveis (RIBEIRO; LIMA; FERNANDES, 2010).

Os peixes ornamentais requerem cuidados durante o transporte, assim como os peixes de corte, cuja época e qualidade da água são os fatores mais importantes na determinação da sobrevivência dos organismos ornamentais. Devido à própria captura, carregamento e transporte, a pressão de transporte é alta, e a qualidade da água se deteriora mais com o tempo, alterando assim a homeostase dos peixes (SAMPAIO, 2014).

3.7 A problemática no aumento da temperatura e a fisiologia dos peixes

É sabido que nos últimos anos o aquecimento global tem causado mudanças de temperatura e flutuações nos níveis de oxigênio, que têm respostas biológicas negativas aos peixes (IPCC, 2007). A fisiologia desses organismos está diretamente relacionada à temperatura, que é inversamente proporcional à quantidade de oxigênio dissolvido, implicando na sua disponibilidade no meio aquático (LIMA et al., 2016).

Como resultado, à medida que a temperatura aumenta e o teor de oxigênio diminui, ocorre uma série de efeitos biológicos, como aumento da taxa metabólica, consumo fisiológico, aumento do estresse fisiológico, alterações da função bioquímica com a temperatura corporal e produção de ovos, juvenis e adultos. A mortalidade aumenta, prejudicando a estrutura, formação e dinâmica populacional desta espécie (ROPKE, 2016).

Segundo Woodeard et al. (2016), um aumento na taxa metabólica de um indivíduo está associado a um aumento na temperatura. Isso é visto quando, em temperaturas mais altas, organismos menores podem ter vantagem sobre espécies maiores devido à escala alométrica do metabolismo. Como resultado, os peixes maiores sofrem desproporcionalmente com taxas metabólicas mais altas, tornando as espécies grandes e de vida longa com ciclos de vida mais lentos e mais propensas a enfrentar a extinção local. Diante do exposto, espécies em níveis tróficos posteriores podem se beneficiar de um declínio nas espécies predadoras (efeitos de cima para baixo) (Figura 1).

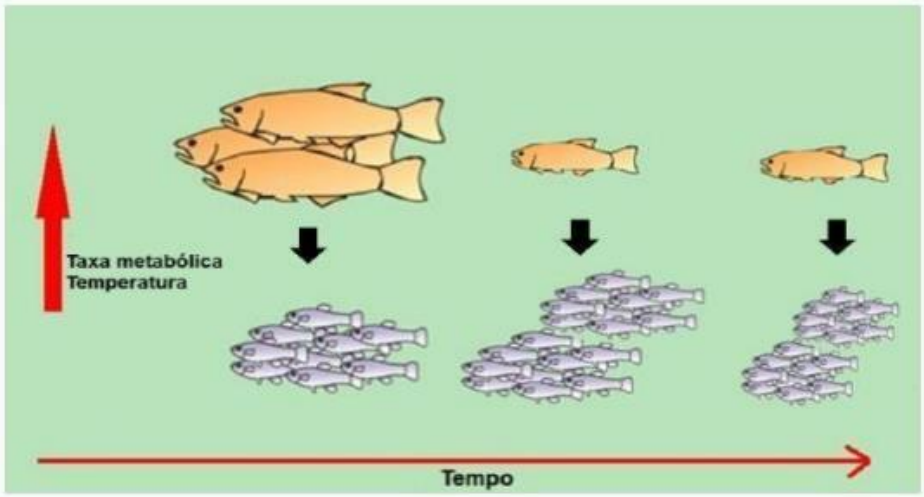

Figura 1. Efeitos do aumento da temperatura nos peixes
Fonte: WOODWARD et al., 2016.

Crucialmente, a temperatura desempenha um papel importante nos processos biológicos e ecológicos, como crescimento, reprodução e desenvolvimento dos peixes. Isso pode ser analisado em nível fisiológico, quando a temperatura elevada altera a função de diversas proteínas responsáveis pela sinalização celular, homeostase, osmorregulação, defesa celular e transcrição gênica, além da diminuição da taxa de crescimento e dos níveis de cortisol (OLIVEIRA & VAL, 2017). No entanto, os efeitos da temperatura na fisiologia dos peixes só podem ser analisados por uma série de fatores, incluindo a capacidade adaptativa, a biologia de cada espécie e como elas ocorrem e se espalham no ambiente (VAL & ALMEIDA-VAL, 2008).

Portanto, quando se trata de níveis populacionais, o aumento das temperaturas afetará negativamente os processos migratórios de algumas espécies de peixes. Isso ocorre porque os peixes vivem em condições ambientais ideais para suas importantes atividades e, à medida que as temperaturas aumentam, muitas espécies tendem a migrar para áreas onde as temperaturas são ideais para seu desenvolvimento (VAL & ALMEIDA-VAL, 2008).

Lima (2016) criou uma situação em que temperaturas mais quentes e condições hipóxicas prejudicam a produção dos peixes, confirmando que nessas condições a espécie teria sua taxa de respiração alterada. No entanto, este estudo foi feito experimentalmente e, devido à falta de uma bibliografia que possa ser usada como material comparativo, entre as condições reais e as impostas, não está claro como as mudanças climáticas afetam essas populações, concluem os autores.

Lima (2016) também afirmou que o aumento das temperaturas tem sido e continuará a ter um impacto significativo na redução da Piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii)*. Isso porque existe uma relação inversa entre temperaturas mais altas e níveis mais baixos de

oxigênio, o que pode levar a menores taxas de crescimento dos peixes, interferindo diretamente no sucesso reprodutivo das espécies e reduzindo a abundância e o tamanho das populações de peixes, danificando populações adultas (FREITAS et al., 2013).

A Figura 2 apresenta uma representação pedagógica dos efeitos do aumento da temperatura e das mudanças hidrológicas nas comunidades de peixes (BARROS; ALBERNAZ, 2013).

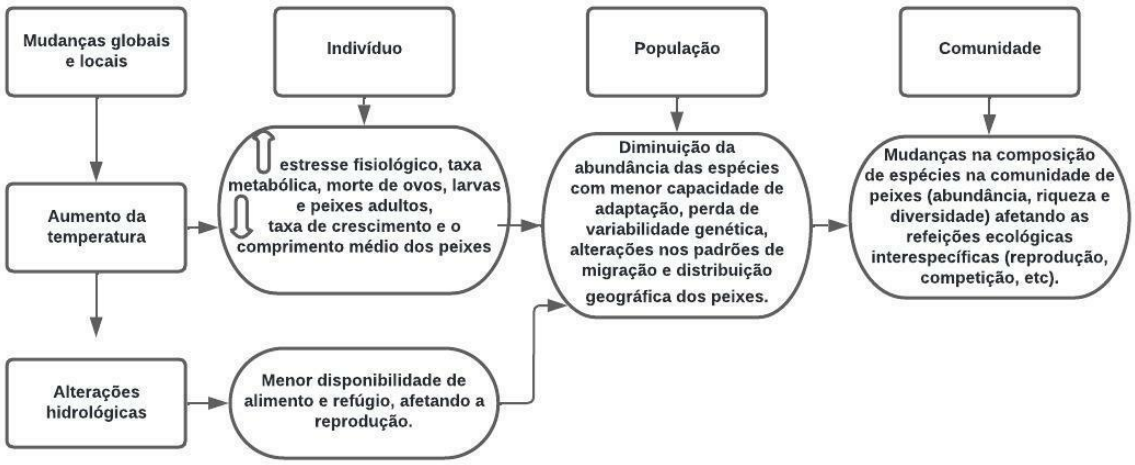

Figura 2. Fluxograma dos efeitos das mudanças climáticas na comunidade de peixes.
Fonte: (BARROS; ALBERNAZ, 2013).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo traz informações sobre os efeitos da temperatura sobre o desempenho zootécnico e perfil metabólico de peixes. E com esta revisão, é esperado melhorar as condições de cultivo desta espécie, tanto para fins de conservação como também podendo ser utilizada futuramente para melhorar as técnicas de cultivo com objetivo comercial.

A temperatura é um fator de extrema importância no cultivo de peixes, pois os peixes, sendo animais ectodérmicos, sofrem influencia direta da temperatura do ambiente em que vivem, afetando o metabolismo desses animais aquáticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGIUS, C.; ROBERTS, R. J. Melano-macrophage centers and their role in fish pathology. **Journal of Fish Diseases**, Oxford, v. 26, n. 9, p. 499-509, 2003.

ARANTES, F.P., SANTOS, H.B., RIZZO, E., SATO, Y., BAZZOLI, N., 2011. **Influence of water temperature on induced reproduction by hypophysation, sex steroids concentrations and final oocyte maturation of the "curimatã-pacu" Prochilodus argenteus (Pisces: Prochilodontidae)**. Gen. Comp. Endocrinol. 172, 400–408.

ARAÚJO, A.S., OLIVEIRA, J.C.S., BARROS, N.H.C., YAMAMOTO, M.E., CHELLAPPA, S., 2014. Dinâmica do comportamento territorial de Crenicichla menezesi (Osteichthyes:Perciformes: Cichlidae). **Biota Amaz**. 4, 37–44.

ARRUDA, E. P. **Detecção e caracterização moleculares do Vírus da Viremia Primaveril da Carpa em peixes de água doce das regiões nordeste e centro-leste do estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2015. 83 f.

BALDISSEROTTO, B., 2009. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2° edição, Editora UFSM.

BARAS, E., RAYNAUD, T., SLEMBROUCK, J., CARUSO, D., COCHET, C., LEGENDRE, M., 2011. Interactions between temperature and size on the growth, size heterogeneity, mortality and cannibalism in cultured larvae and juveniles of the Asian catfish, Pangasianodon hypophthalmus (Sauvage). **Aquac. Res**. 42, 260–276.

BARROS, D. F. & ALBERNAZ, A. L. M. **Possible impacts of climate change on wetlands and its biota in the Brazilian Amazon. Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 4, p. 810-820. 2013.

BESSON, M. et al. **Influence of water temperature on the economic value of growth rate in the Mediterranean. Aquaculture**, Amsterdam, v. 462, p. 47-55, 2016.

BOUCHER, M. A; MCADAM, S. O.; SHRIMPTON, J. M. **The effect of temperature and substrate on the growth, development and survival of larval white sturgeon. Aquaculture**, Amsterdam, v. 430, p. 139-148, 2014.

BOWYER, J. N., QIN, J. G., ADAMS, L. R., THOMSON, M. J. S., DAVID A.J., STONE, D. A.J. 2012. The response of digestive enzyme activities and gut histology in yellowtail kingfish (Seriola lalandi) to dietary fish oil substitution at different temperatures**. Aquaculture** 368–369, 19–28.

CACHO, M. DO S.R.F., YAMAMOTO, M.E., CHELLAPPA, S., 2007. Comportamento reprodutivo do acará bandeira, Pterophy/lum scalare Cuvier & Valenciennes (Osteichthyes, Cichlidae). **Rev. Bras. Zool**. 16, 653–664.

CARDOSO, P.H.M.; BALIAN, S.C. **Manual técnico de controle sanitário para peixes ornamentais: criação e implementação de programas de autocontrole com base no sistema**

APPCC. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, 2018. 165 p.

CARDOSO, R.S.; SANTOS, F.W.M.; REZENDE, F.P.; RIBEIRO, F.A.S. **O comércio de organismos aquáticos ornamentais.** Embrapa Pesca e Aquicultura-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2021.

CHELLAPPA, S., PATRÍCIA, A., MEDEIROS, T. DE, 2014. Dynamics of territorial behaviour and gonad development in the hybrid red tilapia, Oreochromis niloticusx O . mossambicus (Osteichthyes : Cichlidae). **Anim. Biol**. J. 3, 5–19.

CHENG, C. H. et al. High temperature induces apoptosis and oxidative stress in pufferfish (Takifugu obscurus) blood cells. **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v. 53, p. 172-179, 2015.

CREPALDI, D.V.; TEIXEIRA, E.A.; FARIA, P.M.C.; RIBEIRO, L.P.; MELO, D.C.; CARVALHO, D.; SOUSA, A.B.; SATURNINO, H.M. Sistemas de produção na piscicultura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.86-99, jul./dez. 2006.

FARIA, P.M.C., CREPALDI, D. V, TEIXEIRA, E.A., RIBEIRO, L.P., SOUZA, A.B., CARVALHO, D.C., MELO, D.C., SALIBA, E.O.S., 2007. Criação, manejo e reprodução do peixe Betta splendens (Regan 1910). **Rev. Bras. Reprod**. Anim. 30, 134–149.

FOOD and AGRICULTURE ORGANIZATION of the UNITED NATIONS/ FAO. **Fishery and aquaculture statistics.** Roma, p. 105, 2012.

_____.El estudo mundial de la pesca y la acuicultura: contribución a la seguridade alimentaria y la nutrición para todos/FAO. Roma, p. 226, 2016.

FREITAS, E.G., FERREIRA, A.C., 2004. Female social dominance does not establish mating priority in nile tilapia. **Rev Etol**. 6, 33–37.

FREITAS, C. E. C. et al. The potential impacts of global climatic changes and dams on Amazonian fish and their fisheries. New Advances and Contributions to Fish **Biology**, London: 2013. p. 175-195

GANECO, L.N., 2007. **Ontogenia da resposta endócrina em larvas de matrinxã Brycon amazonicus. Ênfase nos eixos hipófise-tireóide e hipófise-tecido interrenal**. Tese – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 109.

GIAQUINTO, P.C., 2010. **Female pintado catfish choose well-fed males**. Behaviour 147, 319– 332.

HENARES, M. N. P. et al. Toxicidade aguda e efeitos histopatológicos do diquate na brânquia e no fígado do piauçu (Leporinus macrocephalus). **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 17, p. 107-116, 2007.

HERMELINK, B., WUERTZ, S., RENNERT, B., KLOAS, W., SCHULZ, C., 2013. Temperature control of pikeperch (Sander lucioperca) maturation in recirculating aquaculture systems induction of puberty and course of gametogenesis. **Aquaculture** 400-401, 36–45.

HERMELINK, B., WUERTZ, S., TRUBIROHA, A., RENNERT, B., KLOAS, W., SCHULZ, C., 2011. Influence of temperature on puberty and maturation of pikeperch, Sander lucioperca. **Gen. Comp. Endocrinol**. 172, 282–292.

IGARASHI, M.A. Aspectos do Potencial Econômico da Piscicultura, Contribuição e Perspectivas da Atividade para o Desenvolvimento Sustentável no Brasil. **Revista Unimar Ciências**, v. 28, n. 1-2, 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Relatório. Cambridge, 2007. 976 p.

KAVADIAS, B.S., DESSYPRIS, A., MILIOU, H., 2004. Seasonal variation in steroid hormones and blood parameters in cage-farmed European sea bass (Dicentrarchus labrax L.). J. **Appl. Ichthyol.** 20, 58–63.

KLIEMANN, B. C. K. et al. Dietary changes and histophysiological responses of a wild fish (Geophagus cf. proximus) under the influence of tilapia cage farm. **Fisheries Research**, Amsterdam, v. 204, p. 337-347, 2018.

KUBITZA, F. **Aquicultura no Brasil: Conquistas e Desafios**. Panorama da Aqüicultura, vol. 25, n° 150. Julho/Agosto, 2015.

LEAL, L.L. **Influência da piscicultura na eutrofização de ambientes continentais**. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Cruz das Almas, BA, 2013. 43f.

LEGLER, N.D., JOHNSON, T.B., HEATH, D.D., LUDSIN, S.A., 2010. Water temperature and prey size effects on the rate of digestion of larval and early juvenile fish. **Trans. Am. Fish. Soc**. 139, 868–875.

LEE, J. S. F. et al. Investigation of long-term effects of larval rearing temperature on growth, deformities, flesh quality, and phenotypic sex of culture sablefish (Anoplopoma fimbria). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 479, p. 91-99, 2017.

Lee., Y. Yang, S.-Y., Zhu, X.-M., Liu, M., Lin, J.-Y., Wu, K.-C., 2011. Effects of temperature on survival, development, growth and feeding of larvae of Yellowtail clownfish Amphiprion clarkii (Pisces: Perciformes). **Acta Ecol. Sin**. 31, 241–245.

LERMEN, C. L. et al. Effect of different temperaturea regimes on metabolic and blood parameters of silver catfish Rhamdia quelen. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 239, p. 497-507, 2004.

LIMA, M. P. **Efeitos das mudanças climáticas sobre a expressão gênica e a fisiologia do tambaqui (Colossoma macropomum, cuvier, 1818**). 2016. 152 f. Tese (Doutorado em genética, Conservação e Biologia Evolutiva) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus.

LONGRIE, N., PONCIN, P., DENOËL, M., GENNOTTE, V., DELCOURT, J., PARMENTIER, E., 2013. **Behaviours associated with acoustic communication in nile tilapia (Oreochromis niloticus**). PLoS One 8, e61467.

LOPES, P. R. S. et al. Crescimento e alterações no fígado e na carcaça de alevinos de jundiá alimentados com dietas com aflatoxinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 10, p. 1029-1034, 2005.

MA, Z., 2014. Food ingestion, prey selectivity, feeding incidence, and performance of yellowtail kingfish Seriola lalandi larvae under constant and varying temperatures. **Aquac. Int**. 22, 1317–1330.

MACEDO, C.F.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações.** Boletim do Instituto de Pesca, [S.l.], v. 36, n. 2, p. 149 - 163, nov. 2018.

MCLENDER, I.M., CLARK, T.D., 2016. **Limited capacity for faster digestion in larval coral reef fish at an elevated temperature.** PLoS One 11, e0155360.

MATSCHE, M.A., GIBBONS, J., 2012. Annual variation of hematology and plasma chemistry in shortnose sturgeon, Acipenser brevirostrum, during a dam-impeded spawning run. **Fish Physiol. Biochem**. 38, 1679–1696.

MAKOWICZ, A.M., TANNER, J.C., DUMAS, E., SILER, C.D., SCHLUPP, I., 2016. **Pre-existing biases for swords in mollies (Poecilia)**. Behav. Ecol. 27, 175–184.

MATTOS, D.D.C., SCRENCI-RIBEIRO, R., CARDOSO, L.D., VAZQUEZ, M., JUNIOR, V., 2016. Description of the reproductive behavior of Symphysodon aequifasciatus (Cichlidae) in captivity. **Acta Amaz.** 46, 433–438.

MIEGEL, R.P., PAIN, S.J., WETTERE, W.H.E.J.V., HOWARTH, G.S., STONE, D.A.J., 2010. Effect of water temperature on gut transit time, digestive enzyme activity and nutrient digestibility in yellowtail kingfish (Seriola lalandi). **Aquaculture**, 308, 145-151.

NOWOSAD, J., TARGOŃSKA, K., CHWALUCZYK, R., KASZUBOWSKI, R., KUCHARCZYK, D., 2014. Effect of temperature on the effectiveness of artificial reproduction of dace [Cyprinidae (Leuciscus leuciscus (L.))] under laboratory and field conditions. J. **Therm. Biol**. 45, 62–68.

OLIVEIRA, A. M. & VAL, A. L. Effects of climate scenarios on the growth and physiology of the Amazonian fish tambaqui (Colossoma macropomum) (Characiformes: Serrasalmidae). **Hydrobiology**, v. 789, p. 167-178. 2017.

PARMA, L., BONALDO, A., MASSI, P., YÚFERA, M., MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, G., GATTA, P.P., 2013. Different early weaning protocols in common sole (Solea solea L.) larvae: Implications on the performances and molecular ontogeny of digestive enzyme precursors. **Aquaculture** 414-415, 26–35

PAULA, T. G. et al. Rearing temperature induces changes in muscle growth and gene expression in juvenile pacu (Piaractus mesopotamicus). **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part B, Oxfort, v. 169, p. 31-37, 2014.

PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; POUEY, J. L. O. F. **Crescimento de juvenis de jundiá (Rhamdia quelen), de acordo com a temperatura da água**. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 177-182, 2004.

PITTMAN, K., YÚFERA, M., PAVLIDIS, M., GEFFEN, A.J., KOVEN, W., RIBEIRO, L., ZAMBONINOINFANTE, J.L., TANDLER, A., 2013. Fantastically plastic: fish larvae equipped for a new world. **Rev. Aquac**. 5, S224–S267.

RADONIÉ, M. et al. Effect of the incubation temperature on the embryonic development and hatching time of eggs of the red porgy Pagrus pagrus (Linne, 1758) (Pisces: Sparidae). **Revista de Biologia Marina y Oceanografia**, Vina del Mar, v. 40, n. 2, p. 91-99, 2005.

RAMALLO, M.R., MORANDINI, L., ALONSO, F., BIRBA, A., TUBERT, C., FISZBEIN, A., PANDOLFI, M., 2014. The endocrine regulation of cichlids social and reproductive behavior through the eyes of the chanchita, Cichlasoma dimerus (Percomorpha; Cichlidae). **J. Physiol.** 108, 194–202.

REZENDE, F.P.; FUJIMOTO, R.Y. **Peixes Ornamentais no Brasil: Mercado, legislação, sistemas de produção e sanidade**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. 297 p.

RIBEIRO, F.A.S.; LIMA, M.T.; FERNANDES, C.J.B.K. **Panorama do mercado de organismos aquáticos ornamentais**. Boletim Sociedade Brasileira de Limnologia, v. 38, n. 2, p. 1-15, 2010.

ROPKE, C. P. **O papel de mudanças hidrológicas de ordem sazonal e climática na estrutura da assembleia e história de vida de peixes na confluência dos rios Negro e Amazonas**. 2016. 159 f. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

SAMPAIO, F.D.F. **Estresse do transporte em peixes ornamentais marinhos: aspectos políticos para a conservação, aplicação comercial e avaliação experimental**. Curitiba, 2014.

SANTOS, V. B. et al. Influence of temperature nad exercise on growth performance, muscle, and adipose tissue in pacus (Piaractus mesopotamicus). **Journal of Thermal Biology,** Oxford, v. 69, p. 221-227, 2017.

SANTOS, D. M. S. **Qualidade da água e histopatologia de órgãos de peixes provenientes de criatórios do município de Itapecuru Mirim, Maranhão**. 2010. 96 f. Tese (Doutorado – Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal, 2010.

SAVOIE, A., LE FRANÇOIS, N. R., CAHU, C., BLIER, P. U. 2008. Metabolic and digestive enzyme activity profiles of newly hatched spotted wolffish (Anarhichas minor, Olafsen): effect of temperature. **Aquac. Res**. 39, 382-389.

SELZ, O.M., PIEROTTI, M.E.R., MAAN, M.E., SCHMID, C., SEEHAUSEN, O., 2014. Female preference for male color is necessary and sufficient for assortative mating in 2 cichlid sister species. Behav. **Ecol**. 25, 612–626.

SILVA, W.S., CORDEIRO, N.I.S., COSTA, D.C., TAKATA, R., LUZ, R.K., 2014. Frequência alimentar e taxa de arraçoamento durante o condicionamento alimentar de juvenis de pacamã. **Pesqui. Agropec. Bras**. 49, 648-651.

SIMÕES, J.M., BARATA, E.N., HARRIS, R.M., O'CONNELL, L.A., HOFMANN, H.A., OLIVEIRA, R.F., 2015. **Social odors conveying dominance and reproductive information induce rapid physiological and neuromolecular changes in a cichlid fish. BMC Genomics** 16, 114.

SOUZA, J.A.P.L.L. **Estudo de impactos sociais, econômicos e ambientais, ocasionados pela piscicultura em tanques rede na região de Paulo Afonso-BA.** Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins. Palmas, 2006. 77p.

SUN, L.; CHEN, H.; HUANG, L. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (Rachycentron canadum). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 261, n. 3, p. 872-878, 2006.

TAKATA, R. et al. The effects of water temperature on muscle cellularity and gill tissue of larval and juvenile Lophiosilurus alexandri, a Neotropical freshwater fish. **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v. 76, p. 80-88, 2018.

THOMÉ, R.G., DOMINGOS, F.F.T., SANTOS, H.B., MARTINELLI, P.M., SATO, Y., RIZZO, E., BAZZOLI, N., 2012. **Apoptosis, cell proliferation and vitellogenesis during the folliculogenesis and follicular growth in teleost fish.** Tissue Cell 44, 54–62.

TARGOŃSKA, K., ŻARSKI, D., KUPREN, K., PALIŃSKA-ŻARSKA, K., MAMCARZ, A., KUJAWA, R., SKRZYPCZAK, A., FURGAŁA-SELEZNIOW, G., CZARKOWSKI, T.K., HAKUĆ-BŁAŻOWSKA, A., KUCHARCZYK, D., 2014. Influence of temperature during four following spawning seasons on the spawning effectiveness of common bream, Abramis brama (L.) under natural and controlled conditions. **J. Therm. Biol**. 39, 17–23.

VAL, A. L. & ALMEIDA-VAL, V. M. Mudanças climáticas e biodiversidade na Amazônia. In: 60a REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC), **Conferência biodiversidade na Amazônia x mudanças climáticas: causas e consequências**, Campinas: SP, 2008.

VIEIRA, M.D.S. **Acondicionamento, Manutenção e Expedição de Animais Ornamentais Marinhos na Empresa TMC Ibéria**. Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar Peniche, Instituto Politécnico de Leiria. 2020.

WEN, B. et al. Plasticity of energy reserves and metabolic performance of discus fish (Symphysodon aequifasciatus) exposed to low-temperature stress. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 481, p. 169-176, 2017.

WOODWARD, G. et al. The effects of climatic fluctuations and extreme events on running water ecosystems. Phil. Trans. **R. Soc. B**., v. 371, n. 20150274, p. 1-15. 2016.

YORK, R.A., PATIL, C., HULSEY, C.D., STREELMAN, J.T., FERNALD, R.D., 2015. Evolution of bower building in Lake Malawi cichlid fish: phylogeny, morphology, and behavior. Front. **Ecol**. Evol. 3, 1–13.

ZHANG, J. et al. **Tributyltin promoted hepatic steatosis in zebrafish (Danio rerio) and the molecular pathogenesis involved. Aquatic Toxicology**, Amsterdam, v. 170, p. 208-215, 2016.

ZOHAR, Y., MUÑOZ-CUETO, J.A., ELIZUR, A., KAH, O., 2010. **Neuroendocrinology of reproduction in teleost fish. Gen. Comp. Endocrinol**. 165, 438–455.