

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ZOOTECNIA

**REVISÃO: REPRODUÇÃO ARTIFICIAL EM PEIXES
REOFÍLICOS**

KELLEN AMANDA SILVA BORGES



Kellen Amanda Silva Borges

REVISÃO: REPRODUÇÃO ARTIFICIAL EM PEIXES REOFÍLICOS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Prof. Dr. Diego Vicente da Costa

Montes Claros

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COLEGIADO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA / TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

Aos 13 dias do mês de dezembro de 2022, às 16h30min, a estudante Kellen Amanda Silva Borges, matrícula 2018106664, defendeu o Trabalho intitulado "Revisão: Reprodução artificial em peixes reofilicos" tendo obtido a média (95,0) noventa e cinco pontos.

Participaram da banca examinadora os abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar; assinam eletronicamente a presente ata.

Nota: 95,0 (noventa e cinco pontos)

Orientador(a): Diego Vicente da Costa

Nota: 95,0 (noventa e cinco pontos)

Examinador(a): Lucas Gomes Vieira

Nota: 95,0 (noventa e cinco pontos)

Examinador(a): Neide Judith Faria de Oliveira

Nota: 95,0 (noventa e cinco pontos)

Examinador(a): Idael Matheus Goés Lopes



Documento assinado eletronicamente por Lucas Gomes Vieira, Usuário Externo, em 15/12/2022, às 19:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Idael Matheus Góes Lopes, Usuário Externo, em 15/12/2022, às 19:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Diego Vicente da Costa, Professor do Magistério Superior, em 16/12/2022, às 08:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Neide Judith Faria de Oliveira, Professora do Magistério Superior, em 16/12/2022, às 13:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 1967834 e o código CRC 467B7CC1.

Kellen Amanda Silva Borges. REVISÃO: REPRODUÇÃO ARTIFICIAL EM PEIXES REOFÍLICOS.

Aprovado pela banca examinadora constituída por:

Lucas Gomes Vieira
Mestrando em Produção Animal ICA/UFMG

Profa. Dra. Neide Judith Faria de Oliveira – Professora do ICA/UFMG

Idael Matheus Góes Lopes
Doutorando em Nutrição e Produção de Não Ruminantes EV-UFMG



Prof. Dr. Diego Vicente da Costa – ICA/UFMG – Orientador

Montes Claros, 13 de dezembro de 2022.

Dedico a Deus, por permitir chegar até aqui com toda força e coragem para realização desse momento tão importante.

Aos meus pais, Diane e Marcos, pelo amor incondicional e todo esforço ao longo da minha caminhada de vida e formação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar junto a mim em todos os momentos guiando e iluminando meu caminho durante este percurso.

Aos meus pais Diane e Marcos, por sempre estarem ao meu lado me incentivando e me ajudando de todas as formas possíveis para construir meu futuro, na busca dos meus sonhos, nunca me deixando desamparada.

As minhas grandes amigas Caroline Maria e Thaina Froes que não mediram esforços para pode me ajudar sendo fundamental nessa jornada.

Ao meu grande amigo Marcus Suzart que esteve comigo em todos os momentos me incentivando e nunca me deixado perder as esperanças. Você foi muito importante para mim nessa jornada, muito obrigada.

Ao Idael Matheus e Lucas Gomes por seguir lado a lado nessa etapa final fazendo com que tudo ficasse mais leve e tranquilo, muito obrigado pelo apoio e incentivo. Serei eternamente grata a vocês.

Agradeço aos professores do ICA por todo auxílio e ensinamento no decorrer da graduação, pois foi fundamental para a construção de todo o meu conhecimento.

RESUMO

Os peixes reofílicos são peixes que necessitam passar por situações de estresse para que se reproduzam de forma eficiente. Objetivou-se abordar a eficiência reprodutiva em peixes reofílicos submetidos a indução hormonal por meio de revisão de literatura. A mesma foi realizada compilando informações científicas relacionadas à temática da reprodução artificial em peixes reofílicos. Os peixes reofílicos são aqueles que vivem em correnteza e necessitam de realizar a migração para se reproduzirem, sendo essa etapa comumente conhecida por época da piracema. É necessário realizar a extrusão dos gametas, a fecundação externa e a incubação posterior, sem a necessidade de indução hormonal. As principais espécies de desova natural em águas lênticas são as carpas comuns (*Cyprinus carpio*) e as tilápias, principalmente a do Nilo (*Oreochromis niloticus*). A temperatura da água é o fator ambiental interferente mais importante na indução da reprodução de peixes piracema, essencialmente nas horas após a aplicação dos hormônios indutores. No Brasil, a piscicultura se expandiu a partir de técnicas de reprodução em cativeiro, desenvolvidas desde a década de 1930 com a desova artificial de peixes. A identificação dos machos prontos para a indução em grande parte das espécies é mais simplificada, se comparada com a das fêmeas. Procedimentos seguidos de aplicação prévia de doses múltiplas ao tratamento hormonal convencional favoreceram aumento da produção e melhor qualidade dos gametas. O método de desova mais utilizado é realizado pôr extrusão. As vantagens são a redução dos custos com infraestrutura e mão de obra, amplificação do tempo para manejo dos gametas, além da realização de cruzamentos para seleção e melhoramento genético. Conclui-se que a utilização da reprodução artificial em peixes reofílicos propiciou o crescimento qualitativo na piscicultura mundial e com a utilização da indução a desova e espermiação, atende ao aumento da demanda por alevinos de qualidade, dessa forma, é fundamental o conhecimento sobre as espécies de interesse para melhores condições de cultivo e aperfeiçoamento de protocolos para reprodução em cativeiro.

PALAVRAS- CHAVE: Indução hormonal. Manejo de reprodutores. Piracema. Piscicultura. Reprodução controlada.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EBHC – Extrato bruto de hipófise de carpa

FSH – Hormônio folículo estimulante

GnRH – Hormônio liberador de gonadotropinas

hCG – Hormônio liberador de gonadotropinas

LH – Gonadotrofina Coriônica humana

NaCl – Cloreto de sódio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1. PEIXES REOFÍLICOS	8
2.2. HISTÓRICO DA REPRODUÇÃO EM PEIXES	9
2.3. TÉCNICAS REPRODUTIVAS	11
2.3.1. Reprodução natural.....	11
2.3.2. Influências ambientais	12
2.3.3. Reprodução artificial	14
2.4. SELEÇÃO DOS REPRODUTORES	16
2.5. MÉTODOS DE ADMINISTRAÇÃO DO HORMÔNIO	16
2.6. DESOVA E FERTILIZAÇÃO.....	18
2.7. BIOTECNOLOGIA NA REPRODUÇÃO DE PEIXE	19
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
REFERÊNCIAS.....	21

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira da Piscicultura (PEIXE BR), em 2021 a produção de peixes cultivados no Brasil atingiu 841.005 toneladas, com receita de oito bilhões de reais, demonstrando que o cultivo de peixe se encontra em expansão. A possibilidade de crescimento da piscicultura ocorreu quando as técnicas de reprodução artificial de peixes em cativeiro se consolidaram mostrando a eficiência reprodutiva das diferentes espécies de peixes, que é dependente de diversos fatores que atuam conjuntamente para a reprodução e venha resultar na obtenção de grande número de larvas sadia, assim como pós-larvas, juvenis e adulta (NUNES *et al.*, 2018).

Entre as espécies de peixes, os reofílicos são animais que vivem em correnteza e necessitam migrar para poderem se reproduzir. Essa mudança consiste em percorrer distâncias ao longo de rios, nadando contra a correnteza (PORTELLA *et al.*, 2021). Assim, durante o percurso, o ambiente e o estresse ambiental vão estimulando a maturação final das gônadas e criando condições para a liberação dos gametas. Caso não haja o estímulo, não ocorre a desova e assim são reabsorvidos. O período em que ocorre a migração é chamado piracema, sendo essencial para perpetuação da espécie.

Os peixes reofílicos também, quando submetidos ao cativeiro por serem retirados das condições naturais, apresentam disfunções por falta de alguns estímulos externos. Nas fêmeas acontecem falhas na maturação final dos óvulos, na ovulação e na desova, enquanto nos machos ocorre redução da quantidade e qualidade do sêmen. Estes estímulos são importantes, pois influenciam a resposta endócrina ligada à reprodução dos peixes (MYLONAS *et al.*, 2010).

Na década de 1930, a partir de pesquisas do brasileiro Rodolpho Von Ihering, originou-se a técnica de hipofisação que impulsionou a piscicultura nacional e internacional (IHERING; AZEVEDO, 1936). Passadas as experiências bem-sucedidas de Von Ihering, na década de 1970 foram obtidos resultados significativos no desenvolvimento da reprodução dos peixes de piracema com a desova em ambiente artificial, juntamente com a equipe do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) (ZANIBONI FILHO; BARBOSA, 1996).

A técnica de propagação artificial possibilitou expansão da piscicultura e o fornecimento de ovos para várias espécies destinadas a criação em viveiros, sistemas em confinamento e superintensivos. Quando aplicadas, essas técnicas tornam possível a introdução de diversas espécies importantes em áreas geográficas separadas, pois

permitem a incubação, a eclosão dos ovos e a criação em condições protegidas e independentes do clima local. De acordo com o manejo empregado, 20 a 70% dos ovos produzidos possuem capacidade para se transformarem em alevinos, enquanto sob condições naturais e sem as técnicas adequadamente aplicadas, essa taxa é inferior a 1% dos ovos produzidos (WOYNAROVICH; HORVÁTH, 1983).

O aperfeiçoamento das técnicas reprodutivas aplicadas nas espécies reofílicas tornou qualitativo o crescimento da piscicultura mundial. O conhecimento da biologia e fisiologia reprodutiva dos peixes permitiu definir protocolos mais eficazes, sendo possível a maturação gonadal e final dos gametas e a posterior fertilização. Com isto, objetivou-se abordar a eficiência reprodutiva em peixes reofílicos submetidos a indução hormonal por meio de revisão literária.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Peixes reofílicos

Os peixes reofílicos são aqueles que vivem em correnteza e necessitam realizar a migração para se reproduzirem, sendo essa etapa comumente conhecida por época da piracema (SANCHES *et al.*, 2009). No processo de migração, que é influenciado por alguns fatores como temperatura, luminosidade, hidrologia e qualidade de água, os peixes percorrem grandes distâncias ao longo do rio contra a correnteza. Esse acontecimento é considerado um fenômeno anual, onde diversas espécies migram em busca de locais mais adequados para desova e alimentação (MUNIZ *et al.*, 2008; FELIZARDO *et al.*, 2012). As principais espécies reofílicas comerciais são Lambari (*Astyanax* spp.), Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), Cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) e Dourado (*Salminus brasiliensis*) (WOYNAROVICH; HORVÁTH, 1989).

A piracema consiste em uma fase essencial na reprodução dos peixes reofílicos, pois permite que esses animais completem seu ciclo de vida, tendo como objetivo a perpetuação das espécies (GODINHO *et al.*, 2003). Durante o percurso, o ambiente e o estresse ambiental estimulam a maturação final das gônadas tornando as condições ambientais favoráveis para a liberação dos gametas, caso não ocorra esse estímulo, a desova não é realizada e os mesmos são reabsorvidos, interferindo negativamente na reprodução das espécies (ZANIBONI-FILHO; WEINGARTNER, 2007).

Fatores relacionados ao ambiente, como o aumento do fotoperíodo, horas de luz do dia, aumento da temperatura, alterações na qualidade e volume da água devido as chuvas e alterações no metabolismo dos peixes devido ao processo de migração, afetam a reprodução desses peixes. Essas alterações são responsáveis por estimular a produção de alguns hormônios, os quais atuam no desenvolvimento e na maturação dos gametas, havendo assim efeitos dos ovócitos nas fêmeas e dos espermatozoides nos machos, além da desova e espermição (MYLONAS *et al.*, 2010).

No ambiente natural, os peixes migradores finalizam a maturação dos ovócitos, ovulação e a desova com os estímulos da migração ascendente contra as correntezas. No local e tempo em que ocorre a desova é liberado o sêmen e ocorre a fertilização dos ovos. Entretanto, em virtude da presença de correntezas d'água, os ovos fecundados serão arrastados do local de desova, contribuindo para que apenas uma parte desses ovos seja eclodida e deem origem aos alevinos, pois nesse ambiente existem predadores, além de condições desfavoráveis para o desenvolvimento embrionário e larval (BENETTI *et al.*, 2008). No entanto, em pisciculturas o cultivo em viveiros priva o comportamento natural desses peixes migratórios e assim impede que os peixes atinjam o preparo fisiológico para a reprodução, todavia para que resulte na propagação das espécies é necessário que essas espécies sejam submetidas à indução hormonal exógena (GODINHO *et al.*, 2003).

2.2. Histórico da reprodução em peixes

Um dos primeiros passos responsáveis por conduzir a piscicultura para as atuais formas de cultivo foi obter alevinos de peixes voltados para criações que visam a fase de engorda. Os processos de manejo da reprodução de peixes em cativeiro são longevos, pois há relatos da técnica de reprodução artificial em trutas por volta do ano de 1795. Em peixes reofílicos é necessário realizar a extrusão dos gametas, a fecundação externa e a incubação posterior, sem a necessidade de indução hormonal (ANDRADE, YASUI, 2003).

Segundo Donaldson (1996) a indução hormonal para as técnicas reprodutivas é dividida em três gerações, sendo a primeira relatada na década de 1930, onde os resultados se mostraram bem-sucedidos, na qual os peixes foram submetidos a desova induzida por meio da aplicação de extrato hipofisário bruto homólogo, extraído de peixes com gônadas de maturação avançada. Os estudos de indução da reprodução executados

nessa década, principalmente por Vonlhering e Azevedo (1936) foram importantes para a aquicultura atual, pois na ausência desses estudos os produtores estariam restritos à captura de larvas e alevinos para criação em cativeiro. Adicionalmente, pesquisas relacionadas ao melhoramento genético de peixes não seriam tão eficazes se não houvesse as biotecnologias reprodutivas.

Na segunda geração, essa técnica foi aprimorada mediante a utilização de hipófise homóloga ou não, desidratada em acetona e conservada em ambiente adequado sem umidade. Além disso, utilizou-se gonadotropina humana (hCG) e de peixes para realizar a desova em cativeiro. Já a terceira geração reúne as técnicas de indução por meio de substâncias, como análogos de gonadotropinas associados ou não com antagonistas de dopamina, pimozida, domperidona, metoclopramida e antiestrógenos, assim como processos de controle e modificação ambiental (ZANIBONI FILHO; NUÑER, 2014).

No Brasil, na década de 1980, as técnicas de reprodução induzida ou não foram aprimoradas e modificadas em consequência de tecnologias trazidas por pesquisadores estrangeiros, como os húngaros, pois o Brasil possuía programa de cooperação com a Hungria. Na década de 1990, o crescimento de pesque pague aumentou a demanda por alevinos para serem engordados e comercializados nesse âmbito. Dessa forma, o surgimento de piscicultores capacitados e especializados para a produção de alevinos foi incentivado e com isso se disseminaram pelo Brasil as técnicas e práticas de reprodução induzida, assim como o aprimoramento para várias espécies de peixes, especialmente as nativas (ANDRADE, YASUI, 2003).

Muitos piscicultores utilizam hipófise desidratada de carpa para a reprodução induzida em cativeiro, pois a obtenção do produto é fácil e o manejo do sistema é simples, apesar do valor elevado. Os custos fixos para a produção de alevinos são altos, entretanto o valor final por unidade produzida é baixo, pois as espécies utilizadas apresentam alta fecundidade. Uma fêmea de 1 Kg pode produzir mais de cem mil ovócitos quando é realizado o controle do processo produtivo, o qual permite aproveitar a maioria dos ovos, transformando esse dinamismo rentável na área da aquicultura (ANDRADE; YASUI, 2003).

2.3. Técnicas reprodutivas

2.3.1. Reprodução natural

As principais espécies de desova natural em águas lênticas são as carpas comuns (*Cyprinus carpio*) e as tilápias, principalmente a do Nilo (*Oreochromis niloticus*). A carpa-comum sobressai por facilidade de cultivo, além de fornecer a hipófise utilizada na maioria das reproduções induzidas. Geralmente, a produção de alevinos da carpa não apresenta objeções quanto ao processo de engorda e a disponibilidade de alevinos é satisfatória. Em algumas regiões brasileiras, a aceitação da carne de carpa foi dificultada por ser possível de apresentar sabor de terra, considerado indesejável e relacionado ao manejo alimentar inadequado (ANDRADE; YASUI, 2003).

Para a reprodução das carpas, como todos os peixes, a influência da temperatura é fundamental, sendo adequada em torno de 17 a 24°C. A desova ocorre e os ovos ficam aderidos em plantas submersas ou em raízes de macrófitas aquáticas. Logo após a desova, as estruturas com os ovos serão destinadas a um tanque específico e isolado para ocorrer a eclosão e evitar a predação dos mesmos pelas matrizes. Apesar de não ser necessária a indução hormonal para a desova dessas espécies de águas lênticas, as técnicas de reprodução artificial podem ser utilizadas para melhor sincronização, controle sobre os reprodutores e desova (ANDRADE; YASUI, 2003).

As tilápias possuem elevado potencial zootécnico, rusticidade e boa qualidade de carne, apresentando boa aceitação no mercado. A larvicultura geralmente costuma ser controlada, sendo feita a masculinização das pós-larvas com hormônios esteroides masculinizantes, como a testosterona adicionada na alimentação. Isso só é possível por causa da diferenciação gonadal, a qual ocorre somente posterior a fase pós-larva (POPMA; GREEN, 1990).

Esse processo acontece por consequência dos machos de tilápia apresentarem melhor e maior rendimento de carcaça e, conseqüentemente, maior taxa de crescimento, pois a demanda por alevinos produzidos nesse processo de inversão sexual cresceu. Os lotes sob esse controle de forma adequada e rigorosa tendem a possuir melhores índices de inversão, podendo chegar à 100%. Entretanto, quando a taxa de inversão for baixa, podem ocorrer desovas durante a fase de engorda, tornando inviável o cultivo comercial (ANDRADE; YASUI, 2003).

2.3.2. Influências ambientais

A temperatura da água é o mais importante fator ambiental interferente na indução da reprodução de peixes piracema, essencialmente nas horas após a aplicação dos hormônios indutores. O efeito desta é mais prejudicial na extrusão dos ovócitos se comparado aos espermatozoides (BOBBE; LABBE, 2010). Fotoperíodo, pH e condutividade elétrica podem influenciar nos resultados da fertilização induzida em peixes (FELIZARDO *et al.*, 2012; MUNIZ *et al.*, 2008).

Em cativeiro, os peixes reofílicos possuem restrições de certos estímulos externos a que são expostos no meio ambiente e afeta de forma significativa ao desempenho na estação reprodutiva, delimitando o período e sucesso da reprodução, como migração para desova, profundidade, temperatura, presença do sexo oposto, dentre outros (Murgas *et al.*, 2009). São de fundamental importância esses estímulos, pois tem influência direta sobre a resposta endócrina à reprodução (MYLONAS *et al.*, 2010).

O fotoperíodo é o principal sinal de interferência para sincronia da reprodução dos peixes, atuando como um zeitgeber, denominado como ciclos ambientais claro-escuro (MIGAUD *et al.*, 2010). Esta regulação é variável entre as espécies e ao longo da gametogênese, sendo necessários 12 meses ou dois ciclos reprodutivos, sendo observadas condições constantes de fotoperíodo, temperatura e salinidade que afirme sobre a sincronização endógena (GWINNER, 1986).

Os peixes geralmente são mais eficientes quando são submetidos a temperaturas mais altas, estando essas dentro dos limites de tolerância da espécie (LUCAS; BARAS, 2001). Este fator atua na ação de hormônios em todos os níveis do controle reprodutivo, principalmente na ovulação e desova (PROTNER, 2002). Para grande parte das espécies reofílicas criadas no Brasil, as condições ambientais propiciam a produção de FSH aos peixes, entretanto por não haver migração reprodutiva, não conseguem produzir LH e consequentemente ovular e liberar os gametas. Isso por sua vez favorece o processo de regressão, ou seja, reabsorção dos gametas e preparo para novo ciclo reprodutivo (LEVAVI-SIVAN *et al.*, 2010). Antes que esse processo ocorra o produtor aplica a reprodução induzida com indutores que vão fornecer os hormônios ausentes no animal (LEITE *et al.*, 2013).

A ocorrência de algumas disfunções reprodutivas, em função dos peixes serem submetidos as condições diferentes do seu habitat natural, favorece a falha na vitelogenese e espermatogênese relacionado ao ambiente. Isso por sua vez irá impedir a

produção de FSH suficiente para produção dos gametas, que influencia a falta da maturação final dos ovócitos e liberação do sêmen. A ausência do processo migratório também é responsável por delimitar a produção de LH, hormônio esse importante na ovulação e desova. Além disso, a falha na liberação dos ovos ou má fertilização em função das condições ambientais e hormonais influenciam negativamente no processo final (MYLOMAS; ZOHAR, 2021).

A tilápia se destaca por se adaptar em temperaturas diferentes, sendo pesquisada e produzida em todo mundo, com isso seu melhoramento genético resultou em diversas linhagens comerciais. A adaptação a diferentes temperaturas é observada nessa espécie como exemplo de alta produção no Estado do Paraná com 57 mil toneladas em 2014 (GERVÁSIO, 2016). Essa produção em parte ocorreu em Toledo, sendo a temperatura média de 19,6 °C com ocorrência de mudanças climáticas ao longo do ano. Mesmo essa espécie sendo considerada resistente, quanto mais susceptíveis ao extremo maior as chances de doenças nesses peixes. Como exemplo disso um estudo sobre ensaio com tilápias do Nilo infectadas por *Streptococcus agalactiae*, submetidas a temperaturas variáveis de 24 °C, 26 °C, 28 °C e 32 °C, resultou em taxa de mortalidade mais elevada nos grupos submetidos nas temperaturas de 24 °C e 32°C (MARCUSO *et al.*, 2015).

A nutrição dos reprodutores é de grande importância para o sucesso da reprodução, pois os ingredientes inclusos na dieta influenciam a fisiologia reprodutiva do peixe, como desenvolvimento do folículo, ovulação, maturação do oócito, fertilidade e sobrevivência embrionária. Estudos sobre influência da dieta no desempenho reprodutivo dos peixes permite selecionar ingredientes que promovam melhor desempenho reprodutivo, o fornecimento e utilização dos ingredientes na fase de desenvolvimento começa com a dieta materna, sendo dependentes da eficácia dos ovos (LIMA; BARBOSA, 2016). Portanto a dieta não deve atender apenas as exigências do reprodutor para desenvolvimento gonadal, mas sim para desenvolvimento embrionário após a desova. A deficiência de vitaminas, minerais e ácidos graxos tem impacto negativo na eficácia reprodutiva dos peixes, pois é necessário para o crescimento, saúde e metabolismo para melhor reprodução.

2.3.3. Reprodução artificial

A reprodução é o processo biológico mais importante, pois a perpetuação e sobrevivência das espécies dependem disso. Assim, a possibilidade de controlar o ciclo reprodutivo dos peixes submetidos às condições de confinamento é importante para assegurar resultados satisfatórios da piscicultura (ROMAGOSA, 2003). No Brasil, a piscicultura se expandiu a partir de técnicas de reprodução em cativeiro, desenvolvidas desde a década de 1930 com a desova artificial de peixes (WOYNAROVICH; HÓRVATH, 1983).

O processo de reprodução inicia-se a partir de estímulos externos. O hipotálamo os processa para desencadear vários processos fisiológicos. Ocorre a secreção dos hormônios liberadores de gonadotropinas (GnRH) e dopamina. O GnRH estimula a hipófise a sintetizar e controlar a liberação dos hormônios gonadotróficos, sendo eles o hormônio folículo estimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH) nos peixes (HARVEY; CAROLSFELD, 1993). O FSH atua nas gônadas estimulando a liberação de andrógenos e estrógenos, os quais desempenham e estimulam o crescimento gonadal por meio da gametogênese e vitelogênese. O LH atua na maturação final dos gametas logo após a liberação destes (CASTAGNOLLI, 1992; RANG *et al.*, 2005).

A alimentação apropriada das matrizes é fundamental, pois na maturação das gônadas cada ovócito incorpora o vitelo, o qual fornecerá energia e nutrientes no desenvolvimento larval (NIKOLSKII, 1969). Portanto, matrizes nutridas de forma incorreta podem produzir ovos e larvas com vitelo insuficiente e com isso comprometer o processo e conseqüentemente, gerar alevinos com menores probabilidades de sobreviver e ainda com potencial zootécnico inferior ao genético (GUNASEKERA *et al.*, 1996; WOOTON, 1995).

Entretanto, a síntese e liberação de GnRH no hipotálamo por ação da dopamina pode ser inibida, não sendo liberados os hormônios gonadotróficos (NOCILLADO; ELIZUR, 2008). A inibição por dopamina é dependente da elevação dos níveis de estradiol, sendo sintetizado durante a vitelogênese. Porém, esse diminui com o término da vitelogênese, ao ser retirada a inibição provocada por dopamina.

A “fase de dormência” inicia-se com o término da vitelogênese, sendo caracterizada por apresentar baixa atividade ovariana (ZANIBONI FILHO; WEINGARTNER, 2007). Nessa fase são necessárias condições ambientais favoráveis para iniciar a maturação gonadal final, na qual a vesícula germinativa migra para a

periferia celular. Assim, os ovócitos se tornam prontos para serem eliminados do envelope folicular e para ocorrer a ovulação. Passado o período de dormência, caso não ocorra a maturação gonadal final, como consequência da falta de condições ambientais, inicia-se a atresia folicular (VAZZOLER, 1996).

Portanto, para não ocorrer a reabsorção celular por falta de condições ambientais favoráveis, são utilizadas técnicas de indução hormonal nos peixes maduros, para induzir a migração e rompimento da vesícula germinal logo após a ovulação. Nos machos, a indução hormonal possui como finalidade aumentar o número de células espermáticas e o volume de sêmen (ZANIBONI FILHO; WEINGARTNER, 2007).

Segundo Ponzi (2003), pesquisas realizadas voltadas para técnica de propagação artificial em tambaqui, obtiveram resultados satisfatórios além de apresentarem as características favoráveis para a reprodução, como melhor desenvolvimento gonadal em relação a papila urogenital hiperemiada e ventre abaulado, concluindo que as fêmeas aptas para ovulação obtiveram boa taxa de fertilização e eclodibilidade com tempo necessário para abertura da boca e enchimento da bexiga natatória.

Em outro estudo, Bock e Padovani (2008), analisando as técnicas de propagação artificial em pacu, possibilitou suprir ovos para esses peixes destinados as criações em viveiros e outros corpos de água confinados, assim como para sistemas superintensivos. Além disso estudos mostram que é possível a incubação, eclosão de ovos e larvicultura em condições protegidas independente do clima local, além de mostrar que 20 a 70% dos ovos produzidos têm a possibilidade de transformar em alevinos, pois em condições naturais geralmente é inferior a 1% dos ovos produzidos.

Resultados significativos quanto ao uso de extrato de hipófise de carpa mostram que tem influência em alguns aspectos qualitativos e quantitativos do sêmen de tambaqui, mostrando valor médio de pH para os animais induzidos (pH 8,0), do que animais não induzidos (pH 7,7). Todos os parâmetros avaliados demonstraram diferenças significativas, o peixe tambaqui induzido pelo hormônio apresentou maior número de espermatozóides e células morfologicamente normais com aumento de 25 vezes no volume seminal, dez vezes maior no número de espermatozóides e maior valor de pH em relação aos machos não induzidos (AZEVEDO, 2012).

Souza *et al.* (2018) avaliaram a reprodução induzida de fêmeas de *C. macropomum* com Ovopel[®] que mostrou ser eficiente para a indução quanto ao protocolo, geralmente utilizado o Extrato bruto de hipófise de carpa. Em outros estudos mostram que o Ovopel[®] foi eficiente na indução reprodutiva dos machos, indicando assim que esse

tratamento pode ser utilizado nos machos e fêmeas dessas espécies reofílicas. Em consequência, resultou em ovos viáveis, melhor custo-benefício e não conter outros componentes presentes na pituitária, possibilitando o conhecimento com precisão na quantidade de hormônios em cada dose e resultando em praticidade no manejo reprodutivo desses peixes.

2.4. Seleção dos reprodutores

A seleção dos peixes maduros é fundamental para a indução da reprodução. Peixes fora desse período ou imaturos não respondem ao estímulo de indução da espermiacção ou desova, pois não manifestaram os gametas prontos para a desova ou esses gametas iniciaram processo de regressão. Entretanto, algumas condições de cultivo influenciam diretamente as respostas à indução e podem conduzir a ausência de respostas para a indução hormonal, como altas densidades de estocagem, condições de estresse, doenças e alimentação mal balanceada (ORFÃO, 2013).

A identificação dos machos prontos para a indução em grande parte das espécies é mais simplificada se comparada com a das fêmeas. Os machos aptos após receberem leve compressão na cavidade celomática liberam pequenas quantidades de sêmen. Entretanto, as fêmeas prontas são identificadas por características externas, como abdômen em formato arredondado, abaulado e macio, além de papila urogenital com coloração avermelhada (WOYNAROVICH; HORVÁTH, 1983). Por causa da dificuldade de identificar fêmeas aptas à indução de reprodução, pode-se utilizar biopsia ovariana por meio da canulação intraovariana, via papila genital, permitindo visualizar a qualidade dos ovócitos, textura, diâmetro e posição da vesícula germinativa (ROMAGOSA *et al.*, 1990).

2.5. Métodos de administração do hormônio

A utilização de hormônios para a indução da reprodução de peixes reofílicos é importante para melhor eficiência e controle. As moléculas são hidrossolúveis, assim facilita administração da quantidade necessária por meio de solução aquosa, de modo geral, podendo ser feita com água ou solução salina 0,9% NaCl. Durante a tecnificação da indução hormonal foram usados diferentes veículos para os hormônios gonadotróficos,

como o extrato glicerinado e óleo de amendoim (ZANIBONI FILHO; WEINGARTNER, 2007).

A aplicação da solução aquosa normalmente é feita via intramuscular na região dorsal ou intraperitoneal, e o hormônio aplicado atinge a circulação do peixe em minutos, sendo metabolizado e excretado (HARVEY; CAROLSFELD, 1993). É possível fazer a mistura dos hormônios gonadotrópicos em substâncias absorvidas mais lentamente pelo organismo, garantindo a assimilação de modo gradativo, no decorrer de dias ou semanas. A mistura com o hormônio produz pellet de liberação lenta, o qual será aplicado por via intramuscular no peixe (ZANIBONI FILHO; WEINGARTNER, 2007).

A dosagem hormonal varia conforme a substância utilizada, o peso do animal e o método de administração (OLIVEIRA-ARAÚJO *et al.*, 2016). Procedimentos seguidos de aplicação prévia de doses múltiplas ao tratamento hormonal convencional favoreceram aumento da produção e melhor qualidade dos gametas (BARBOSA; ZANIBONI FILHO, 1996; REYNALTE - TATAJE *et al.*, 2002). Em consequência da complexidade associada a maturação final dos ovócitos, na rotina de reprodução artificial realiza-se a divisão da dose hormonal a ser aplicada nas fêmeas. Essas recebem duas aplicações, sendo 10% a preparatória e a segunda 90% da dosagem hormonal, chamada de dose final. Nos machos é feita uma dose de hormônio simultaneamente à segunda administração da fêmea (ARANTES *et al.*, 2013).

A aplicação da dose inicial é essencial para ocorrer o estímulo dos receptores hormonais, desencadear melhor eficácia da dose final e geralmente os intervalos mais adotados estão entre 8 e 12 horas. O cálculo da dose hormonal aplicada varia de acordo com o peso do animal e com o tipo de agente indutor. Bons resultados na indução da desova são alcançados quando a segunda dose é aplicada em período de ascendência na temperatura da água (ZANIBONI FILHO; NUÑER, 2004).

A relação é inversamente proporcional entre temperatura da água e o tempo até a desova, pois após a aplicação da dose final é iniciada a contagem de medida chamada de “hora-grau”, a qual considera temperatura e tempo a partir de cálculo determinado por somatório da temperatura da água na qual os peixes reprodutores estão alojados a cada hora (ZANIBONI FILHO; NUÑER, 2004). Por esse cálculo é possível estimar em quanto tempo após a aplicação do hormônio indutor as fêmeas estarão aptas para desovar. Quando os peixes estão em água com temperatura de 25°C após uma hora da aplicação da última dose, o valor da hora grau será 25, se na hora seguinte a temperatura elevar para 26°C, o valor da hora-grau após duas horas resultará em 51, ou seja, 25 + 26. Dando

continuidade ao cálculo, quando o valor se aproximar ao ideal para a espécie, a qualidade dos ovócitos é avaliada por meio de leve pressão no abdômen e verificação da liberação celular (CECARELLI *et al.*, 2000).

2.6. Desova e fertilização

No Brasil, o método de desova mais utilizado é pôr extrusão. As vantagens são a redução dos custos com infraestrutura e mão de obra, amplificação do tempo para manejo dos gametas além da realização de cruzamentos para seleção e melhoramento genético (ZANIBONI FILHO; NUÑER, 2004). A fertilização nessa técnica é feita pelo método a seco, que compreende reunir os gametas masculinos e femininos, e cuidadosamente misturá-los em busca do sucesso da fecundação antes de estimular os gametas com a hidratação. Posteriormente, esses são colocados em recipiente contendo água, a qual será a solução ativadora dos espermatozoides, possibilitando a fecundação antes do fechamento da micrópila (HARVEY; CAROSFELD, 1993).

O volume da solução ativadora dos espermatozoides a ser adicionado não pode ser elevado ao ponto de ocasionar diluição excedente do sêmen, causando a diminuição das chances do espermatozoide encontrar a micrópila, local de penetração para ocorrer a fecundação. Foram alcançados resultados satisfatórios com volumes entre 10 e 60 vezes superiores aos de ovócitos (MURGAS *et al.*, 2009; SANCHES *et al.*, 2011).

Em situações de volumes menores pode ocorrer obstrução da micrópila resultando em excesso de muco ovariano e alta quantidade de espermatozoides para um ovócito, comprometendo de forma negativa a ativação dos espermatozoides por consequência da concentração osmótica inadequada do meio. Assim, recomenda-se utilizar volumes de solução ativadora em torno de 1000 vezes superior ao volume de sêmen (MURGAS *et al.*, 2009; OLIVEIRA-ARAÚJO *et al.*, 2016).

Os ovos recém fertilizados são colocados em incubadoras cilíndricocônicas com fluxo contínuo de água e permanecem assim durante o período inicial da larvicultura. O cálculo da taxa de fertilização após nove horas da desova é feito por meio de amostragem em cada incubadora, realizando-se a contagem de ovos não fecundados e do número de ovos bons, resultando assim na taxa de fertilização (LIMA *et al.*, s/d).

Outro tipo de desova utilizada é a seminatural. Nesse processo os ovócitos liberados são fertilizados pelo macho no próprio tanque, depois recolhidos e levados às incubadoras. A vantagem é a maior taxa de fertilização e sobrevivência dos reprodutores,

se comparada com a desova por extrusão. No entanto, a necessidade de retirada dos ovos do tanque pode danificar os embriões e ainda trazer riscos de infecções por micro-organismos (REYNALTE-TATAJE *et al.*, 2013).

2.7. Biotecnologia na reprodução de peixe

O domínio referente a reprodução em ambiente de cultivo e a garantia de alevinos é considerado um fator fundamental para melhores resultados na reprodução de peixes. Entre os principais avanços biotecnológicos, os mais utilizados recentemente são as aplicações da criopreservação de gametas e embriões e propagação de populações monosexo (ANDRADE *et al.*, 2015).

Estudos relacionados a biotecnologia em transplante de células germinativas em peixes têm aumentado de forma constante desde que se iniciou por Lin em 1992 (TAKEUCHI *et al.*, 2003). Resultados disso é o método novo proposto por YOSHIZAKI; LEE, 2018 com objetivo de produzir espermatozoides enxertados com fragmentos imaturos de testículos no espaço subcutâneo no dorso de maturação avançada, sendo esse método vantajoso em relação ao monitoramento de espermatogênese e produção de esperma apenas pela aparência externa do peixe hospedeiro além de garantir isolamento de 100% do esperma doador com o uso do testículo enxertado, esse resultado se sobressai pelo fato de alguns métodos serem produzidos predominantemente gametas endógenos.

Segundo XIN *et al.*, para melhor sobrevivência em temperaturas baixas é necessário o armazenamento ao longo prazo como a criopreservação, as células devem ser observadas até que a água intracelular seja solidificada. Dois métodos são descritos para a criopreservação de esperma de peixe sendo a convencional de esperma, na qual a água extracelular é cristalizada parcialmente e no segundo a vitrificação, na qual o líquido intracelular e extracelular são vitrificados, os resultados mostraram que com o uso do segundo método alguns peixes obtiveram sucesso limitado. Sendo que a vitrificação tradicional as taxas de resfriamento e aquecimento são rápidas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das técnicas reprodutivas aplicadas as espécies reofílicas propiciou o crescimento qualitativo na piscicultura com os aperfeiçoamentos postos. A compreensão sobre a biologia e fisiologia reprodutiva desses peixes permitiu definir melhores protocolos que possibilitam a maturação gonadal dos peixes cultivados, maturação final dos gametas e pôr fim a fertilização. Dessa forma, é de grande valia o conhecimento sobre as peculiaridades da espécie de interesse para manutenção de melhores condições de cultivo e protocolos de reprodução.

A utilização da indução atende o crescimento da demanda por alevinos de qualidade e em produções comerciais. Pesquisas com o objetivo relacionado a dose específica de hormônio aplicado em fêmeas e machos, melhor tipo de hormônio para a espécie e condições ambientais favoráveis são cada vez mais importantes para maximizar a produção dessas espécies nativas e resultar em aumento da produção de peixes. A criopreservação de sêmen é uma técnica que permite o armazenamento dos gametas em longo prazo. Existem diferentes metodologias para obter sucesso na criopreservação de sêmen, e é variável dependendo da espécie.

Com isso, conclui-se que as técnicas utilizadas atualmente são de extrema importância e já permitem que uma reprodução bem-sucedida seja realizada, pois no setor produtivo atualmente encontram-se tecnologias que permitem a produção em grande escala.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. R.; ARIKI, D. G. F.; SILVA, L. M. J.; SATO, R. T.; KURADOMI, R. Y.; BLATOUNI, S. R. Reproductive performance of lambari (*Astyanax altiparanae*) in a seminatural system using different protocols. **Aquaculture Research**, v.52, p.471 – 483, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/are.14905>. Acesso em: 03 dez 2022;

ALMEIDA, I. M. **As mudanças climáticas e os efeitos em comunidades de peixes amazônicos**. Trabalho de conclusão de curso, TCC, Curso de Graduação de Ciências Biológicas, 43 f., 2021. Disponível em: <http://www.uezo.rj.gov.br/tcc/cb/Isabela-Miguel-de-Almeida.pdf>. Acesso em: 03 dez 2022;

ANDRADE, D. R.; YASUI, G. S. O manejo da reprodução artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. **Revista de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.27, n.2, p.166-172, 2003. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5833286/mod_resource/content/1/O_Manejo_Da_Reproducao_Natural_e_Artific.pdf. Acesso em: 16 maio 2022.

ANDRADE, S. E.; ANDRADE, A. E.; OLIVEIRA, F. V.; APARECIDA, J. D. P.; CROVATTO, V. G.; SOLIS, M. L. D. Biologia reprodutiva de peixes de água doce. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.39, n.1, p.195-201, jan./mar. 2015. Disponível em: [http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag195-201%20\(RB573\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag195-201%20(RB573).pdf). Acesso em: 12 dez 2022.

ANDRADE, J.L.R.; NUNES, M.S.; GEDANKEN, V. Piscicultura: reprodução, larvicultura e alevinagem de peixes nativos. **Serviço Nacional de Aprendizagem Rural**. – Brasília: SENAR, p.12, 2017. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/198-REPRODUÇÃO.pdf>. Acesso em: 02 dez 2022.

ARANTES, F.; SATO, Y.; SAMPAIO, E.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Spawning induction and fecundity of commercial native fish species from the São Francisco River basin, Brazil, under hatchery conditions. **Agricultural Sciences**, Ciências Agrárias, v.4,

n.8, p.382-388, 2013. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/CTA.aspx?paperID=35701>. Acesso em: 14 maio 2022.

ARANTES, F.P.; SATO, Y.; SAMPAIO, E.V.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Spawning induction and fecundity of commercial native fish species from the São Francisco River basin, Brazil, under hatchery conditions. **Agricultural Sciences**, v.4, n.8, p.382-388, 2013. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=35701>. Acesso em: 01 dez 2022.

BENETTI, D. D.; SARDENBERG, B.; WELCH, A.; HOENIG, R.; ORHUN, M.R.; ZINK, I. Intensive larval husbandry and fingerling production of cobia *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, v.281, p.22-27, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/9LdQtHWmBNMMPQKV7mdZjkv/?lang=en>. Acesso em: 04 dez 2022.

BOBE, J.; LABBÉ, C. Egg and sperm quality in fish. **General and Comparative Endocrinology**, v. 165, ed.3, p.535-548, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016648009000756>. Acesso em: 12 de abril de 2022.

BOBE, J.; LABBÉ, C. Egg and sperm quality in fish. **General and Comparative Endocrinology**, n.165, p. 535-548, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/276267038_Egg_and_sperm_quality_in_fish. Acesso em: 14 maio 2022.

BOCK, C. L., & PADOVANI, C. R. Considerações sobre a reprodução artificial e alevinagem de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) em viveiros. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.22, p.495-501, 2008. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/2935>. Acesso em: 04 dez 2022.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.159-180.

CECARELLI, P. S.; SENHORINI, J. A.; VOLPATO, G. **Dicas em piscicultura perguntas e respostas**. Botucatu: Santana Gráfica. p.154-178, 2000. Disponível em:

https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=+Dicas+de+piscicultura:+perguntas+&+respostas=&author=CECCARELLI+P.S.&author=SENHORINI+J.A.&author=VOLPATO+G.L.&publication_year=2000. Acesso em: 14 de maio 2022.

DONALDSON, E.M. Manipulation of reproduction in farmed fish. **Animal Reproduction Science**, v.42. e.1-4. abr, 1996. p. 381-392. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0378432096015552>. Acesso em: 02 de maio 2022.

FELIZARDO VO, MURGAS, LDS, ANDRADE, ES, LÓPEZ, PA, FREITAS RTF, FERREIRA MR. Effect of timing of hormonal induction on reproductive activity in lambari (*Astyanax bimaculatus*). **Theriogenology**, v.77, p.1570- 1574, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X11006248>. Acesso em 02 dez 2022.

FREITAS, A. R. K.; ABREU, J. G.; ABREU, J. S.; DANTAS, V. L. Q.; FILHO, R. A. C. C.; POVH J. A. Tambaqui females (*Colossoma macropomum*) spawn after hormonal induction with busserelin acetate. **Animal Reproduction Science**. 2020 oct; 221: 106594. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32931986/>. Acesso em: 03 dez 2022.

GODINHO, H.P.; SANTOS, J.E.; SATO, Y. **Ontogênese larval de cinco espécies do São Francisco**, p.133-148. In: Godinho HP, Godinho AL. Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais, Belo Horizonte: CNPq/PADCT, Editora PUC Minas, p. 468, 2003. Disponível em: <http://www.sfrancisco.bio.br/arquivos/GodinhoH001.pdf>. Acesso em: 02 de maio 2022.

GERVÁSIO, E. W. Piscicultura: análise da conjuntura. **SEAB, DERAL**, Curitiba, p. 8, 2016. Disponível em: Acesso em: 20 julho 2022.

GUNASEKERA, R. M.; SHIM, K. F.; LAM, T. J.1996. Influence of protein content of broodstock diets on larval quality and performance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v. 146, p. 245-259. 1996. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848696013804>. Acesso em: 14 abril 2022.

HARVEY, B.; CAROLSFELD, J. Induced breeding in tropical fish culture. Ottawa: **IDRC**, p.144, 1993. Disponível em: <https://idl-bnc->

idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/11899/IDL11899.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 02 de maio 2022.

IHERING, R. V.; AZEVEDO, P. A desova e a hipofiseação dos peixes. Evolução de dois Nematognathas. **Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo**, Jaboticabal v.7, n.3, p.107-18, 1936. Disponível em: <http://docplayer.com.br/68310825-Desempenho-reprodutivo-e-diferenciacao-gonadal-em-piau-tres-pintas-leporinus-friderici-bloch-1794.html>. Acesso em: 02 maio 2022.

LEITE, L. V.; MELO, M. A. P.; OLIVEIRA, F. C. E.; PINHEIRO, J. P. S.; CAMPELLO, C. C.; NUNES, J. F.; SALMITO-VANDERLEY, C. S. B. Determinação da dose inseminante e embriogênese na fertilização artificial de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.421-429, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/Rg3Z4NmnC395s8cPbnk6BNr/?lang=pt>. Acesso em: 01 dez de 2022.

LEVAVI-SIVAN, B.; BOGERD, J.; MAÑANÓS, E. L.; GÓMEZ, A.; LAREYRE, J. J. Perspectives on fish gonadotropins and their receptors. **General and Comparative Endocrinology**, v.165, p. 412-437, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/Rg3Z4NmnC395s8cPbnk6BNr/?lang=pt>. Acesso em: 01 dez 2022.

LIMA, A. F.; MORO, G. V.; KIRSCHNIK, L. N. G.; BARROSO, R. M. **Reprodução, larvicultura e alevinagem de peixes**. Capítulo 9, S/D., 2017. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/198-REPRODUÇÃO.pdf>. Acesso em: 02 maio 2022.

LIMA, A.F.; BARBOSA, J.M. Crescimento, sobrevivência e resistência de larvas de tilápia em função da densidade e da suplementação com vitamina C. *Arch. Zootec*, v.65, n.250, p.117-121, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49545852002.pdf>. Acesso em: 10 dez 2022.

MARCUSSO, P. F.; AGUINAGA, J. Y.; CLAUDIANO, G. S.; ETO, S. F.; FERNANDES, D. C.; MELLO, H.; MARINHO NETO, F. A.; SALVADOR, R.;

MORAES, J. R. E.; MORAES, F. R. Influence of temperature on *Streptococcus agalactiae* infection in Nile tilapia. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 52, n. 1, p. 57-62, 2015. Disponível em:

<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-16855>. Acesso em: 20 dez 2022.

MARIA, A.; AZEVEDO, H.; SANTOS, J.; CARNEIRO, P. Hormonal induction and semen characteristics of tambaqui *Colossoma macropomum*. **Zygote**, v.20, n.1, p.39-43, 2012 Disponível em:

<https://www.cambridge.org/core/journals/zygote/article/abs/hormonal-induction-and-semen-characteristics-of-tambaqui-colossoma-macropomum>. Acesso em: 04 dez 2022.

XIN, M.; ABDUL, M. M, S.; DZVUBA, B.; CUEVAS, R. U.; SHALIUTINA-KOLESOVÁ.; O, L. Progress and challenges of fish sperm vitrification. **Theriogenology**, v. 98, p.16-22, 2017.

MORAIS, I. S.; O'SULLIVAN, F. L. A. Biologia, habitat e cultivo do tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1816). 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1060929>. Acesso em: 03 dez 2022;

MOUHLIANTIS, F. A.; MINOS, G.; GANIAS, K. Timing of oocyte recruitment within the ovulatory cycle of Macedonian shad, *Alosa macedonica*, a batch spawning fish with indeterminate fecundity. **Theriogenology**, v.146, p. 31-38, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X20300625>. Acesso em: 03 dez 2022;

MUNIZ JASM, CATANHO MTJA, SANTOS AJG. Effects of the natural daylight in the induced reproduction of tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818). **Boletim Industrial da Pesca**, v.34, n.8 p.205-211, 2008. Disponível em: <https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/787/770>. Acesso em: 20 abril 2022.

MURGAS, L. D. S.; DRUMOND, M. M.; PEREIRA, G. J. M.; FELIZARDO, V. O. Manipulação do ciclo e da eficiência reprodutiva em espécies nativas de peixes de água doce. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.8 n.6, p.70-76, 2009. Disponível em: <http://cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/p70-76.pdf>. Acesso em: 04 maio 2022.

MYLONAS, C. C.; FOSTIER, A.; ZANUY, S. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. **General and Comparative Endocrinology**, v. 165, p.516-534, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19318108/>. Acesso em: 08 de abril 2022.

MYLONAS, C. C.; ZOHAR, Y. Use of GnRHa – delivery system for the control of reproduction in fish. **Reviews in fish biology and fisheries**, London, v.10, p.463-491, 2001. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20023063022>. Acesso em: 01 dez 2022.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A. SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. **Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura**. Maringá p.378, 2001. Disponível em: http://www.peld.uem.br/Relat2006/pdf/09_Ovos_larvas_peixes.pdf. Acesso em: 10 maio 2022.

NIKOLSKII, G. V. The ecology of fishes. London, **Academic Press**. p. 352, 1963. Disponível em: <https://www.worldcat.org/title/ecology-of-fishes-gv-nikolsky/oclc/221729136>. Acesso em: 02 maio 2022.

NOCILLADO, J. N.; ELIZUR, A. Neuroendocrine regulation of puberty in fish: Insights from the grey mullet. **Molecular Reproduction**. v. 75, n. 2, p. 355- 361, 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17721924/>. Acesso em: 15 maio 2022.

NUNES, L. T.; VANDERLEY, C. S. B. S.; REIS, F. Y. T.; NERES, R. W. P.; SILVA, S. Q. Reprodução de peixes reofílicos nativos do Brasil: fertilização artificial e qualidade da água. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.42, n.1. p.15-21. 2018. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/vti-736328>. Acesso em: 03 dez 2022.

OLIVEIRA, A M. S.; SALMITO, V. C. S. B.; AMEIDA, M. P. S.; LOPES, J. T.; LEITE, C. L. V. Dose inseminante e resfriamento de embriões de peixes de água doce. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte. v. 40, n. 1, p. 35-40, jan./mar. 2016. Disponível em: [http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v40/n1/p35-40\(RB617\).pdf](http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v40/n1/p35-40(RB617).pdf). Acesso em: 15 maio 2022.

ORFÃO, L. H. Indução da desova e espermição de peixes em criações comerciais. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte. v. 37, n.2, p.192-195, abr 2013. Disponível em: [http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v37n2/pag192-195\(RB464\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v37n2/pag192-195(RB464).pdf). Acesso em: 09 maio 2022.

PEIXE BR a – Associação Brasileira da Piscicultura – **Anuário Peixe BR da Piscicultura**. 2021. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br>. Acesso em: 15 maio 2022.

PONZI, J. M. **Otimização da taxa de fertilização e eclosão de larvas de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) abolindo instrumentos**. 2003. 34 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/6385>. Acesso em: 04 dezembro 2022.

POPMA, T. J.; GREEN, B. W. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Department of Fisheries and Allied Aquacultures. **Auburn University**, Alabama, 15p, 1990. Disponível em: https://freshwater-aquaculture.extension.org/wp-content/uploads/2019/08/Sex_Reversal_of_Tilapia.pdf. Acesso em: 02 maio 2022.

PORTELLA A. C; ARSENTALES A. D; CAVALLARI D. E; SMITH W. S. Efeito da sazonalidade na reprodução de peixes Characiformes em um rio Neotropical. *Iheringia. Série Zoologia*. v. 111, p. 1-9. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/isz/a/vRHBZnyhNdMJd8ZfnCx5wxm>. Acesso em: 03 dez 2022.

PTASZYNSKA, M. Compêndio de Reprodução, **Intervet Internationalbv**, p. 327-343, 2007. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/sanidade/livros/COMPENDIO%20DE%20REPRODUCAO%20ANIMAL.pdf>. Acesso em: 10 de abril de 2022.

RANDALL, D. J.; TSUI, T. Ammonia toxicity in fish. **Mar Pollut Bull**. v. 45, n. 1, p. 17-23, mar 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12398363/>. Acesso em: 15 abril 2022.

RANG, H. P.; DALE, M. M.; RITTER, J. M.; MOORE, P. K. Farmacologia. **O sistema reprodutor**. 8° ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. Disponível em: <https://cssjd.org.br/imagens/editor/files/2019/Abril/Farmacologia.pdf>. Acesso em: 02 maio 2022.

REYNALTE, T. D. A.; LOPES, C. A.; ÁVILA, S. S.; GARCIA, J. R. E.; ZANIBONI, F. E. Artificial reproduction of neotropical fish: extrusion or natural spawning. **Natural Sciences**, v. 5, n2, p.1-6, 2013. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=34184>. Acesso em: 02 maio 2022.

ROMAGOSA, E. Reprodução induzida em peixes tropicais. In.: Congresso de Integração em Biologia da Reprodução. **Resumos abstracts**, p.59, 2003. Disponível em: <https://sites.unipampa.edu.br/nupilabru/files/2013/08/LIVRO-NUPILABRU1.pdf>. Acesso em: 02 de maio 2022.

SALIGAUT, C.; LINARD, B.; MAÑANOS, E. L.; KAH, O.; BRETON, B.; GOVOROUN, M. Release of pituitary gonadotropins GtH I and GtH II in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Modulation by estradiol and catecholamines. **General and Comparative Endocrinology**, v.109, p.302-309, 1998. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9480737/>. Acesso em: 02 de maio 2022.

SANCHES, E. A.; BOMBARDELLI, R. A.; BAGGIO, D. M.; SOUZA, B. E. Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de dourado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.38, p.2091-2098. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/qDzYp4fz6hRQRCXhcMFfxWh/?lang=pt>. Acesso em: 01 dez 2022.

SANCHES, E. A.; NEUMANN, G.; TOLEDO, C. P. R.; BOMBARDELLI, R. A. Effects of water pH on gamete activation, embryonic development, and larval normality in *Prochilodus lineatus*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.4, p.2871- 2880, 2015. Disponível em: [http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v42/n1/p15-21%20\(RB722\).pdf](http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v42/n1/p15-21%20(RB722).pdf). Acesso em: 01 dez 2022.

SANCHES, E. G.; SILVA, F. C.; LEITE, J. R.; SILVA, P. K. A.; KERBER, C. E.; SANTOS, P. A. A incorporação de óleo de peixe na dieta pode melhorar o desempenho

da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.40, p.147- 155, 2014. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/boletim-do-instituto-de-pesca/40-\(2014\)-2/a-incorporacao-de-oleo-de-peixe-na-dieta-pode-melhorar-o-desempenho-da/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/boletim-do-instituto-de-pesca/40-(2014)-2/a-incorporacao-de-oleo-de-peixe-na-dieta-pode-melhorar-o-desempenho-da/). Acesso em: 02 dez 2022.

SHAHSAVARANI, I. A.; THOMAS, Z. C.; BALLANTYNE, J. S.; WRIGHT, P. A. A novel technique for the separation of yolk from the developing embryonic tissue in a teleost fish, *Oncorhynchus mykiss*. **Fish Physiology Biochemistry**, v. 24, n.7, p. 321-326, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/238488814_A_novel_technique_for_the_separation_of_yolk_from_the_developing_embryonic_tissue_in_a_teleost_fish_Oncorhynchus_mykiss. Acesso em: 12 de abril de 2022.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; ALVES JÚNIOR, A. J.; MUNGIOLI, R. **Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades**. BNDES Setorial, n. 35, p. 421 – 463. Março 2012. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1524/1/A20Set.35_PanoramadaaquiculturanoBrasil_P.pdf. Acesso em: 02 de maio 2022.

SILVA A. R; CORICNI C. D; ALVES S. P; SOARES S. L; ANCIUTTI A. N; FILHO J. S; JARDIM R. D; MUELBERT J. R. E; GARCIA J. R. E; JUNIOR A. S. V. Criopreservation of Pacu sperm (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887), 24 February 2022, PREPRINT (Version 1) available at **Research Square**. Disponível em: <https://www.researchsquare.com/article/rs-1379415/v1>. Acesso em: 03 dez 2022.

STREIT, J. R. D. P.; MORAES, G. V.; RIBEIRO, R. P.; CARDOSO, E. M.; MOREIRA, H. L. M. As tendências da utilização do extrato de hipófise na reprodução de peixes – revisão. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 5. n. 2, p. 231 - 238, 2002. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/viewFile/775/679>. Acesso em: 02 de maio 2022.

TAKEUCHI, Y.; YOSHIZAKI, G.; TAKEUCHI, T. Generation of Live Fry from Intraperitoneally Transplanted Primordial Germ Cells in Rainbow Trout, **Biology of**

Reproduction, v. 69, Issue 4, 1 October 2003, p. 1142–1149. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12773413/>. Acesso em: 12 dez 2022.

VAZZOLER, A. E. A. M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Estratégias e táticas reprodutivas*. Maringá, ed. EDUEM, vol. 1. p. 169, 1996. Disponível em: <http://old.periodicos.uem.br/~eduem/novapagina/?q=system/files/Biologiadareproduçãodepeixesteleosteos.pdf>. Acesso em: 02 de maio 2022.

VON, I. R.; AZEVEDO, P, A. Desova e a hipofiseação dos peixes. Evolução de dois Nematognathas. **Archives of the Institute of Biology**, v.7, p.107-18, 1936. Disponível em: [http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/RB143%20Crepaldi%20\(%20utiliza%C3%A7ao%20de%20hormonio\)%20%20pag%20168-173.pdf](http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/RB143%20Crepaldi%20(%20utiliza%C3%A7ao%20de%20hormonio)%20%20pag%20168-173.pdf). Acesso em: 02 maio 2022.

WOOTON, R. J. *Ecology of teleost fishes*. London: **Chapman Hall Pub**, p.412, 1995. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000118&pid=S1519-6984200500040000700024&lng=en. Acesso em: 12 jul 2022.

WOYNAROVICH, E.; HORVÁTH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão**. Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq, p.225, 1983. Disponível em: <http://caep-ufpa.blogspot.com/2015/03/a-propagacao-artificial-de-peixes-de.html>. Acesso em: 02 maio 2022.

YOSHIZAKI, G.; LEE, S. Production of live fish derived from frozen germ cells via germ cell transplantation, **Stem Cell Research**, V.29, p.103-110, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324505027_Production_of_live_fish_derived_frm_frozen_germ_cells_via_germ_cell_transplantation. Acesso em: 13 dez 2022.

ZANIBONI, F. E.; BARBOSA, N. D. C. Priming hormone administration to induce spawning of some Brazilian migratory fish. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 56, n2, p.655-659, 1996. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/dvs8W9pdRftGxSv5xXgrBkD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 maio 2022.

ZANIBONI, F. E.; WEINGARTNER, M. Técnicas de indução da reprodução de peixes migradores. **Revista brasileira de reprodução animal**, v. 31, n.3, p. 367 – 373, 2007. Disponível em: <http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/367.pdf>. Acesso em: 02 de maio 2022.