



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA
ANIMAL E RECURSOS PESQUEIROS



**QUALIDADE OVOCITÁRIA DE TAMBAQUI *Colossoma macropomum*
SUBMETIDOS A REGIME DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR AO LONGO DA
ESTAÇÃO REPRODUTIVA**

CAROLINA ESTEPHANELE SENTINELI

MANAUS - AMAZONAS

Outubro, 2021

CAROLINA ESTEPHANELE SENTINELI

**QUALIDADE OVOCITÁRIA DE TAMBAQUI *Colossoma macropomum*
SUBMETIDOS A REGIME DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR AO LONGO DA
ESTAÇÃO REPRODUTIVA**

Orientador: Prof. Dr. Adriano Teixeira de Oliveira

Coorientadores: Prof. Dr. Jackson Pantoja Lima, Dra. Fernanda Almeida O'Sullivan.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros - PPGCARP da Universidade Federal do Amazonas - UFAM como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros.

MANAUS - AMAZONAS

Outubro, 2021

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S478q Sentineli, Carolina Estephanele
Qualidade ovocitária de tambaqui *Colossoma macropomum*
submetidos a regime de restrição alimentar ao longo da estação
reprodutiva / Carolina Estephanele Sentineli . 2021
45 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Adriano Teixeira de Oliveira
Coorientador: Jackson Pantoja Lima
Coorientadora: Fernanda Almeida O'Sullivan
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos
Pesqueiros) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Tambaqui. 2. Nutrição. 3. Regime alimentar. 4. Reprodução. I.
Oliveira, Adriano Teixeira de. II. Universidade Federal do Amazonas
III. Título

CAROLINA STEPHANELE SENTINELI

Qualidade ovocitária de tambaqui *Colossoma macropomum* submetidos a regime de restrição alimentar ao longo da estação reprodutiva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros da Universidade Federal do Amazonas, com o requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, área de concentração em Produção Animal.

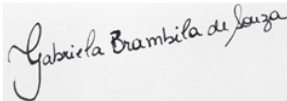
Aprovado em 27 de outubro de 2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Adriano T. de Oliveira
Curso de Lic. em Ciências Biológicas
IFAM-CMC

Dr. Adriano Teixeira de Oliveira – Presidente
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM



Dra. Gabriela Brambila de Souza – Membro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM



Dra. Marcia Regina Fragoso Machado Bussons – Membro
Instituto de Tecnologia e Educação Galileu da Amazônia - ITEGAM

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, por todo suporte, amor e encorajamento que me foi dado em todos os momentos, sejam estes bons ou ruins, e em especial ao meu pai Lecimar, que sempre me apoiou e me encorajou a seguir meus sonhos, independentemente da situação, permitindo que viesse tão longe para obtê-lo.

À Rebeca, por seu amor, carinho e suporte, que me ajudou chegar aqui e me acolheu quando mais precisei, me amparando física e mentalmente em todos os momentos.

Aos meus colegas de turma, que estiveram comigo nesse período tão conturbado ao qual passamos, estarão sempre em minha história. Com uma menção especial ao Daniel, que se tornou um grande amigo neste período.

Ao programa e a UFAM, pela oportunidade de aprendizado e crescimento pessoal e profissional.

Agradeço a SEPA/SEPROR, por concederem a localização e os animais para a realização deste projeto. Assim como a todos os funcionários da Estação que não pouparam esforços para me auxiliar e permitir que o projeto pudesse ser realizado, com um agradecimento especial aos Srs. Baracho e Batalha, e a Lydia, pelo carinho, colaboração, suporte e, especialmente, todo o aprendizado obtido durante este período.

Aos meus orientadores, professor Jackson e Adriano, por seu auxílio e ensinamentos, estando presentes, sempre que possível, durante a realização do projeto, me guiando e enriquecendo meu aprendizado.

A FAPEAM, pela bolsa de mestrado concedida durante a realização deste projeto.

Ao IFAM – Campus Presidente Figueiredo, pelo financiamento do projeto, por meio do programa PADCIT, e todo suporte ofertado, que possibilitou a realização do mesmo.

Ao professor Israel e a bolsista Ana Paula, que contribuíram não apenas na realização do projeto, mas também com ideias e melhorias. Assim como aos demais alunos do IFAM – Campus Presidente Figueiredo, que contribuíram durante a execução o projeto.

E a todos as demais pessoas, que de forma direta ou indireta, contribuíram para realização deste projeto.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	12
2. JUSTIFICATIVA.....	14
3. OBJETIVOS	16
3.1. OBJETIVO GERAL	16
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
4.1. TAMBAQUI: <i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1818).....	17
4.2. REPRODUÇÃO DE TAMBAQUI <i>Colossoma macropomum</i>	19
4.3. ALIMENTAÇÃO DE REPRODUTORES	21
4.4. DESEMPENHO REPRODUTIVO	22
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
5.1. ÁREA DE ESTUDO	24
5.2. SELEÇÃO DE REPRODUTORES	24
5.3. DESENHO EXPERIMENTAL	24
5.4. MANEJO ALIMENTAR DOS REPRODUTORES	25
5.5. REPRODUÇÃO	26
5.6. TAXA DE FECUNDIDADE.....	27
5.7. TAXA DE FERTILIZAÇÃO	27
5.8. TAXA DE ECLOSÃO.....	28
5.9. TAXA DE SOBREVIVÊNCIA	29

5.10.	TAMANHO DOS OVÓCITOS E DAS LARVAS.....	29
5.11.	MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA	30
5.12.	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	30
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
7.	CONCLUSÃO	40
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Delineamento experimental do estudo.....	25
Tabela 2. Percentuais de proteína bruta.....	26
Tabela 3. Médias das taxas de eclosão e sobrevivência do tambaqui.	31
Tabela 4. Média das variáveis fecundidade, fertilização, diâmetro dos ovócitos e tamanho da larva de tambaqui.....	32
Tabela 5. Resultado das análises de ANCOVA com variáveis dependentes sobre os tratamentos, considerando a co-variável peso da fêmea do tambaqui.....	34
Tabela 6. Comparativo das médias das variáveis reprodutivas de diferentes espécies de peixes teleósteos.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Espécime adulto de Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>). Fonte: (AMARAL JUNIOR, 2017).....	17
Figura 2. Ovócitos de tambaqui.....	27
Figura 3. Ovócitos de tambaqui com 6 horas de fertilização.	28
Figura 4. Larvas de tambaqui no momento da eclosão (12h).....	29
Figura 5. Imagens das amostras coletadas de larvas e ovócitos para medição.....	29

RESUMO

O tambaqui *Colossoma macropomum* é a principal espécie nativa nos cultivos de peixes no Brasil, com uma produção anual estimada de 278.671 toneladas no ano de 2020. Diversos fatores tecnológicos são necessários para alavancar a produção de peixes nativos, entre a oferta de juvenis com qualidade genética, bom desempenho zootécnico, além de preço acessível. Sendo assim, produzir protocolos de manejo alimentar para reprodutores oriundos de melhoramento genético se fazem necessários. O presente estudo avaliou o impacto do regime alimentar no sucesso reprodutivo de tambaqui, visando a implantação de protocolos de gestão de estações de produção de juvenis na Amazônia. Foram utilizados 100 peixes oriundos do programa AquaBrasil, com idade de 5 anos. Foram usados quatro tanques de 600m² T1- alimentação diária com 28% de proteína bruta (PB); T2 – alimentação a diária com 32% de PB; T3 – alimentação 3 vezes na semana com 28% PB e T4 – alimentação 3 vezes na semana com 32% PB, nos quais foram estocados 25 peixes por tanque (15 machos e 10 fêmeas). A unidade amostral foi a fêmea induzida, identificada com microchip pittag. Os índices reprodutivos foram comparados por estatística descritiva e medidas de tendência central. Análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico R. Foram aplicados os testes ANOVA e ANCOVA, ao nível de 5% de confiança, para identificação das diferenças significativas entre os tratamentos. As variáveis, taxa de eclosão e taxa de sobrevivência não apresentaram os pressupostos de homogeneidade de variância necessários para execução das análises estatísticas, sendo então submetidas a análises descritivas dos dados obtidos. Não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados. Os animais apresentaram resultados satisfatórios para a espécie em todos os tratamentos avaliados, demonstrando que mesmo perante a ausência de diferenciação estatística, o desempenho dos animais não sofreu nenhum demérito. Com base nos dados avaliados, é possível assumir que as estações de piscicultura que atuam com reprodução de tambaqui podem adotar um regime de alimentação de peixes com 28% de proteína bruta, sendo administrada três vezes por semana, sem prejudicar o desempenho dos reprodutores na qualidade dos ovócitos e larvas.

Palavras-chaves: tambaqui, nutrição, regime alimentar, reprodução.

ABSTRACT

The tambaqui *Collossoma macropomum* is the main native species in fish farming in Brazil, with an estimated annual production of 278,671 tons in 2020. Several technological factors are needed to leverage the production of native fish, including the supply of juveniles with genetic quality, good zootechnical performance, in addition to an affordable price. Therefore, producing feed management protocols for breeders from genetic improvement are necessary. The present study evaluated the impact of diet on the reproductive success of tambaqui, aiming to implement management protocols for juvenile production stations in the Amazon. One hundred fish from the AquaBrasil program, aged 5 years, were used. Four tanks of 600m² T1- daily feed with 28% of crude protein (CP) were used; T2 – daily feeding with 32% CP; T3 – feeding 3 times a week with 28% CP and T4 – feeding 3 times a week with 32% CP, in which 25 fish per tank (15 males and 10 females) were stocked. The sampling unit was the induced female, identified with a pitted microchip. Reproductive indices were compared using descriptive statistics and measures of central tendency. Statistical analyzes were performed using the statistical program R. ANOVA and ANCOVA tests were applied, at a 5% confidence level, to identify significant differences between treatments. The variables, hatching rate and survival rate did not present the necessary assumptions of homogeneity of variance to perform the statistical analyses, being then submitted to descriptive analysis of the data obtained. There was no significant difference between treatments. The animals showed satisfactory results for the species in all treatments evaluated, demonstrating that even in the absence of statistical differentiation, the performance of the animals did not suffer any loss. Based on the evaluated data, it is possible to assume that fish farming stations that work with tambaqui breeding can adopt a fish feeding regime with 28% crude protein, being administered three times a week, without harming the quality performance of the breeders of oocytes and larvae.

Keywords: tambaqui, nutrition, feeding deprivation, reproduction.

1. INTRODUÇÃO

O *Colossoma macropomum*, conhecido como o tambaqui no Brasil, é a principal espécie nativa nos cultivos de peixes no país. Segundo dados da Associação Peixe BR, a produção anual de peixes nativos em 2020 foi estimada em 278.671 toneladas (t), com queda de 3,2% sobre resultado do ano anterior. A produção de peixes nativos é liderada por Rondônia, com 65.500 t, seguida por Mato Grosso (42.000 t), sendo o estado do Amazonas o quinto maior produtor, com uma produção de 21.500 t, sendo que os cinco maiores produtores detentores de 69,4% da oferta total de peixes do país (PEIXE BR, 2021).

Para alavancar a aquicultura nacional, em especial na Amazônia, são necessários diversos fatores, tais como apropriação de inovações tecnológicas, garantia de insumos para produção de ração à preços mais competitivos, elevação de áreas de cultivo, garantia de oferta de juvenis com qualidade genética, bom desempenho zootécnico, mão de obra qualificada além de outros fatores (IZEL *et al.*, 2014; PANTOJA-LIMA *et al.*, 2015).

Sabendo que tal espécie possui uma boa aceitação no mercado consumidor, despertou-se o interesse de instituições públicas e privadas para desenvolver estratégias que visassem aumentar a produtividade, e assim tornar a piscicultura autossuficiente, podendo assim atingir níveis de exportação, promovendo o desenvolvimento de pacotes tecnológicos voltados ao tambaqui (LIMA, 2018).

Com isso, uma das alternativas que aumentem a produtividade na piscicultura é a utilização de animais melhorados geneticamente. Porém, é necessário que haja critérios de seleção específicos para cada característica de interesse, assim programas de melhoramento genético para peixes nativos tornam-se uma ferramenta fundamental para alavancar a produção e alcançar um patamar viável para exportação.

Portanto, é preciso que haja a organização da produção em função do volume necessário para a comercialização e exportação em grande escala, fazendo com que a produção de alevinos aumente, obrigando assim o aprimoramento das tecnologias voltadas ao cultivo e o desenvolvimento reprodutivo (ANDRADE; YASUI, 2003). Conseqüentemente, uma disponibilidade contínua de alevinos de boa qualidade é necessária para subsidiar a produção do pescado, utilizando gametas de qualidade, considerando que a aplicação de um manejo alimentar na manutenção das matrizes reprodutoras ao longo do ano, garantirá alevinos de qualidade e sadios.

Tendo em vista que alimentação é responsável por cerca de 70% de todo o custo produtivo, principalmente em reprodutores, aos quais permaneceram em produção por um maior período e suas exigências em proteínas nas formulações são maiores do que os animais em crescimento, é de suma importância uma boa nutrição e principalmente um bom regime alimentar (IZQUIERDO *et al.*, 2001).

Existem inúmeros regimes alimentares, sendo alguns ocorrentes no ambiente de forma natural, como a restrição e privação alimentar, podendo ser causada por condições climáticas, como por exemplo: o inverno, a migração natural, a alteração do ambiente e outros. Devido a essas ocorrências naturais os peixes tem a habilidade de lidar com essas alterações a partir de alterações hormonais e metabólicas, apresentando uma resposta posterior ao qual melhora o aproveitamento alimentar, que conseqüentemente influencia no desempenho reprodutivo. Desta forma, um manejo adequado dos reprodutores, incluindo a nutrição e regimes de alimentação que aumentem o sucesso reprodutivo, são cruciais para que se tenha sucesso na atividade (OCHOA, 2002).

2. JUSTIFICATIVA

O consumo de pescado vem crescendo nos últimos anos, incitado principalmente pelo aumento populacional e também pela tendência mundial em busca de alimentos saudáveis. O Brasil, sendo um detentor de uma vasta variedade de fauna piscícola, possui espécies que apresentam bom potencial como fonte alimentar de excelente qualidade.

O setor da piscicultura vem apresentando grandes avanços, porém, quando se refere à genética e nutrição, observa-se ainda, um baixo nível de desenvolvimento. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA em parceria com várias instituições privadas e públicas através do projeto “Melhoramento de espécies aquícolas no Brasil”, vinculado ao AquaBrasil - Bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil, desenvolveram um programa de melhoramento genético para o tambaqui com o objetivo de constituir o primeiro plantel de reprodutores melhorados com a perspectiva de alcançar um acréscimo de 15% na taxa de crescimento por geração dessa espécie, onde esses animais oriundos do plantel de reprodutores melhorados estão com aproximadamente 4 anos de vida, porém não se tem dados informativos das características fenotípicas dos mesmos.

O tambaqui, espécie nativa, denota maior relevância para a produção da piscicultura continental no Brasil, por possuir uma alta demanda de carne, a facilidade de reprodução em cativeiro e as condições de criação. Porém em muitas técnicas voltadas a criação de peixes é imprevisível o avanço tecnológico tanto na nutrição como na alimentação, não apenas para o desempenho produtivo, mas também para o desenvolvimento reprodutivo, qualidade dos óvulos e espermas, com o objetivo de garantir uma maior produção de gametas, e assim o maior desenvolvimento de larvas e alevinos (GOMES *et al.*, 2003).

Como o desempenho reprodutivo está diretamente ligado à nutrição, é de suma importância os estudos relacionados a essa interação, contudo o número de estudos relacionados a este tema é reduzido, principalmente em relação a influência do regime alimentar utilizado sobre o desempenho reprodutivo dos peixes tropicais. Após serem submetidos aos regimes de restrição ou privação alimentar, os animais ativam diferentes estratégias metabólicas e hormonais, como por exemplo o aumento da secreção de insulina, onde, no momento da realimentação, o animal apresenta um pico de secreção de insulina, que gera uma resposta hormonal e metabólica, que pode ter como consequência um

aproveitamento alimentar mais otimizado, podendo ainda influenciar diretamente no desempenho reprodutivo, devido à sua função estrogênica nas gônadas, aumentando a produção de esteroides nos ovários (OCHOA, 2002). Deste modo apresenta-se a necessidade de um maior estudo da influência do regime de privação alimentar sobre o desempenho reprodutivo, observando a qualidade ovocitária e na sobrevivência e tamanho das larvas.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade dos ovócitos e o sucesso reprodutivo de tambaqui *C. macropomum* submetidos a diferentes regimes de alimentação, visando à implantação de um protocolo otimizado de gestão de estações de produção de juvenis na Amazônia.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o efeito do regime alimentar na fecundidade do tambaqui;
- Analisar o efeito do regime alimentar na taxa de fertilização dos ovócitos;
- Avaliar o impacto do regime alimentar no tamanho dos ovócitos e na sobrevivência das larvas de tambaqui;
- Avaliar o impacto do regime alimentar no tamanho das larvas de tambaqui;
- Propor um novo protocolo de alimentação de reprodutores que maximize os índices reprodutivos;

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. TAMBAQUI: *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)

O tambaqui *Colossoma macropomum*, pertencente classe dos Osteichthyes, subclasse Actinopterygii, ordem Characiformes, família Characidae e subfamília Serrasalminae, está amplamente distribuída nas bacias do rio Amazonas e Orinoco, sendo comum em lagos de várzea (SANTOS *et al.*, 2006; GOMES *et al.*, 2010; DAIRIKI; SILVA, 2011).

A espécie é reofílica, ou seja, realiza grandes movimentos migratórios dentro da bacia de ocorrência. Ela apresenta um corpo romboidal, nadadeira adiposa curta, dentes molariformes com margens afiadas para triturar, rastros branquiais longos e numerosos, o que permite filtrar pequenos organismos que flutuam na água, lábios grossos e boca prognata (ROTTA, 2003; SANTOS *et al.*, 2006). A espécie é resistente às situações de hipóxia, resistindo a valores de 1 mg L^{-1} por apresentar uma adaptação morfológica que é a expansão do lábio inferior, permitindo assim a captação e direcionamento da água superficial, rica em oxigênio para as brânquias, contribuindo em até 30% o teor de oxigênio captado e distribuído por meio do sangue (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998; BALDISSEROTTO, 2009).



Figura 1. Espécime adulto de Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Fonte: (AMARAL JUNIOR, 2017)

O tambaqui é um peixe nativo, oriundo de águas ricas em nutrientes, com médias que se apresentam entre as temperaturas de 25°C e 34°C , encontrando-se preferencialmente em

águas pretas, as quais apresentam o pH de 3,8 – 4,9 e, águas brancas, com pH de 6,2 – 7,2, sendo uma espécie com maior resistência à ação tóxica da amônia (até 0,46 mg L⁻¹ de amônia não ionizada), apresentando seu melhor crescimento em águas ácidas, com pH entre 4 e 6 (ISMIÑO-ORBE, 1997; ARIDE et al., 2007; DAIRIKI; SILVA, 2011). Alimenta-se principalmente de frutos de arbustos e árvores que crescem às margens dos rios, comem larvas, plantas, insetos e outros organismos aquáticos, onde sua dieta varia de acordo com o regime das chuvas, podem atingir um metro de comprimento padrão e pesar até trinta quilos (RODRIGUES, 2014). Segundo Morais *et al.*, (2017), o tambaqui apresenta diferença morfométrica no padrão de crescimento entres fêmeas e machos, onde o principal fator seria o peso, mostrando assim a existência do dimorfismo sexual na sua fase adulta, no qual as fêmeas se apresentam maiores e mais pesadas do que os machos em ambiente de criação, após atingirem a fase reprodutiva.

Na natureza, os animais tendem a procurar ambientes onde as variáveis ambientais são consideradas ideais para o seu desenvolvimento e reprodução; quando se encontram fora do ambiente ideal tendem a alterar seu metabolismo de forma que haja uma compensação para manter sua homeostase orgânica (MOYES; SCHULTE, 2010).

No norte do Brasil, o tambaqui *C. macropomum*, é considerado uma espécie nobre, dentre as principais espécies de pescado comercializado, sendo ela apreciada pelo seu sabor, possuindo grande aceitação no mercado consumidor. Contudo, esta espécie está entre as mais exploradas pela pesca comercial, na qual apresenta sobrepesca, tendo como fator implicante a comercialização de indivíduos abaixo do comprimento ideal de captura (VAL *et al.*, 2000; GARCEZ; FREITAS, 2010)

Como consequência dessa escassez do tambaqui no ambiente natural e a grande procura pela mesma, houve um aumento no cultivo da espécie. Esse sucesso da criação do tambaqui é atribuído aos satisfatórios índices zootécnicos, a sua rusticidade ao manejo, a fácil reprodução em ambientes confinados, proporcionando assim uma contínua oferta de alevinos, atingindo um rápido crescimento com uma satisfatória conversão alimentar aparente (CAA). Por suas características zootécnicas, o tambaqui despertou interesse nos piscicultores, refletindo assim na crescente procura por indivíduos jovens, e a produção dos mesmos tornou-se uma atividade consolidada e promissora (ROUBACH *et al.*, 2003; SANDOVAL JR *et al.*, 2013).

4.2. REPRODUÇÃO DE TAMBAQUI *Colossoma macropomum*

Em ambientes naturais, o período de reprodução da espécie ocorre entre os meses de setembro a fevereiro, iniciando com a migração reprodutiva, conhecida como piracema, onde os peixes adultos deixam o ambiente de várzea e migram contra a correnteza subindo o canal principal e seus afluentes, liberando assim os gametas na água e, por conseguinte a fertilização dos ovócitos, em grande parte, a desova ocorre em rios de águas brancas, ricas em nutrientes (VILLACORTA-CORREA; SAINT-PAUL, 1999; MORAIS et al., 2017; FAUVEL et al., 2010).

Em ambientes de confinamento, a reprodução natural é inviável, por ser um ambiente lântico. Os animais confinados em cativeiro não recebem os estímulos externos necessários, e conseqüentemente não ocorre a resposta endócrina apropriada para a indução da maturação gonadal final, com isso os ovários se desenvolvem apenas parcialmente, ou seja, a fase de vitelogenese se apresenta incompleta (ANDRADE; YASUI, 2003).

Com isso, a reprodução da espécie pode ser obtida artificialmente através da aplicação de substâncias análogas aos estímulos hormonais intrínsecos. Entre as várias técnicas de reprodução artificial, as formas de indução hormonal podem atuar através da aplicação de substâncias que irão desencadear estímulos na hipófise, como os análogos de GnRH, inibidores de dopamina, domperidona, pimozida e metoclopramida, podendo ainda atuar em nível gonadal, como é o caso de macerado de hipófise de carpa desidratado (ANDRADE; YASUI, 2003). Em sistema de cultivo, foi observado que os peixes machos iniciam a puberdade antes que as fêmeas, apresentando o desenvolvimento testicular inicial com cinco meses de idade e as fêmeas a maturação ovariana se inicia apenas aos sete meses, contudo, normalmente os animais só apresentam prontos para a reprodução a partir do segundo ou terceiro ano de cultivo (MURGAS et al., 2011).

Contudo é de suma importância uma seleção ideal dos reprodutores, a fim de obter a melhor resposta aos estímulos da indução hormonal. Existem algumas formas de seleção dos reprodutores, sendo algumas baseadas em características físicas visíveis e outras que necessitam a utilização de equipamento. As seleções que se baseiam nas características físicas visíveis observam, nas fêmeas reprodutoras, o abdômen com bom desenvolvimento e macio ao toque, a papila urogenital de coloração rosada ou avermelhada e proeminente, e orifício urogenital ligeiramente aberto; já nos reprodutores machos, os mesmos apresentam, em

resposta a massagem abdominal, a liberação de uma pequena quantidade de sêmen. Estas avaliações são de manejo facilitado, contudo elas são subjetivas, não contabilizando as diferenças entre a perspectiva de cada avaliador, assim como as variações de acordo com cada espécie, ou ainda a possibilidade de não haver dimorfismo sexual, característica comum em algumas espécies de teleósteos. A fim de suprir esses fatores foram criadas as técnicas que envolvem a utilização de equipamentos, sendo elas: utilização de endoscopia, ultrassonografia e a utilização de cânulas, sendo a última a mais comumente utilizada, devido a sua maior praticidade e menor custo. Ao se utilizar de cânulas, além de possibilitar ultrapassar a problemática da falta de dimorfismo sexual, a mesma permite a observação direta da qualidade dos ovócitos da fêmea (ANDRADE; YASUI, 2003; MURGAS et al., 2011).

Em estudos onde a relação da idade dos reprodutores de tambaqui e o desempenho reprodutivo foi o ponto principal avaliado, foi constatado que matrizes mais velhas produzem um menor número de ovócitos. Os reprodutores machos mais velhos apresentaram menor volume seminal, concluindo que o fator idade e produção de gametas apresentam uma relação inversa, onde o aumento da idade gera redução no desempenho dos reprodutores (SANTOS; SOUZA, 2015). Desta forma, a idade se torna um fator relevante para seleção dos reprodutores, o fator idade ainda influencia economicamente, no custo de manutenção alimentar destes animais e nas dosagens hormonais utilizadas, tendo em vista que ambos variam de acordo com o peso vivo do animal. Optar por animais mais jovens durante a seleção se apresenta como mais viável, tendo como faixa ideal, animais entre os 2 e 5 anos, tendo sido esta a faixa etária ao qual os animais se aparentam com seu melhor desempenho (AMARAL JUNIOR, 2017; SANTOS; SOUZA, 2015).

Alguns estudos têm demonstrado que as fêmeas de tambaqui podem ser induzidas até duas vezes por ano, com uma fecundidade considerada alta, com quase 13% do seu peso vivo, podendo aumentar de acordo com o peso e tamanho das fêmeas. Esse potencial viabiliza um sistema de produção de larvas e alevinos mais intensiva, otimizando a utilização das matrizes disponíveis no plantel, sem necessidade de expansão do mesmo (LIMA *et al* 2019; Val e Honczark, 1995).

Contudo, somente com as técnicas de reprodução artificial não garante a qualidade dos gametas para uma alta produção de alevinos, se faz necessário o aumento de tecnologias de manejo voltadas à reprodução, incluindo a alimentação e nutrição (RICARDO; SHIGUEKI, 2003).

4.3. ALIMENTAÇÃO DE REPRODUTORES

Em inúmeras técnicas de criação de peixes em cativeiro é fundamental o avanço tecnológico tanto na nutrição como na alimentação dos mesmos, não só para o desempenho produtivo, como também para o desenvolvimento reprodutivo, onde as exigências nutricionais dos peixes se diferem para cada fase do animal (NAVARRO et al., 2010; IZQUIERDO et al., 2001).

Estudos apresentam que o bom planejamento da dieta alimentar, tanto em qualidade de nutrientes, quanto regime alimentar utilizado, durante o período pré desova, gera grande influência no desenvolvimento gonadal, impactando a qualidade dos ovócitos e larvas. Contudo o impacto do fotoperíodo sobre estes mesmos fatores é inegável, influenciando especialmente sobre o momento da ovoposição (IZQUIERDO et al., 2001; NAVARRO et al., 2010).

Estudos realizados no Japão com *Pagrus auratus*, demonstraram que a utilização de dietas artificiais adequadas, durante o período que antecede a desova, apresentou um grande impacto na qualidade dos ovos e larvas (WATANABE et al., 1984). A grande maioria dos peixes teleósteos, possuem a reprodução sazonal, indicando que ela é regulada em partes por fatores ambientais como as variações de temperatura e fotoperíodo, sendo o sistema endócrino o elo entre o ambiente interno e externo (COLARES DE MELO, 1989). As etapas do desenvolvimento dos peixes no período de pós-larvas, juvenis e engorda exigem nutrientes diferentes em comparação ao período de reprodução, com isso, grande parte das deficiências e problemas nutricionais encontrados em cada uma das fases de crescimento estão diretamente ligadas com o método de alimentação de reprodutores, no qual incluem tanto o nível como o tempo de duração do fornecimento dos nutrientes (IZQUIERDO et al., 2001).

Os peixes reprodutores com estado nutricional bom possuem um melhor desempenho na produção, enquanto aqueles que possuem uma deficiência nutricional apresentam um potencial reprodutivo reduzido, com isso a obtenção de óvulos e espermatozoides de qualidade é uma das principais dificuldades para o desenvolvimento do setor (NAVARRO et al., 2010).

Sabendo que durante a maturação gonadal, cada ovócito incorpora o vitelo, onde o mesmo será fonte de nutriente e energia para o desenvolvimento larval, matrizes com deficiência alimentar podem produzir ovos e larvas com quantidade e qualidade insuficiente

de vitelo, acarretando assim o insucesso reprodutivo, gerando baixas taxas de sobrevivência e baixo desempenho zootécnico (WOOTON, 1995; GUNASEKERA et al., 1996), contudo, matrizes alimentadas em excesso, que apresentam um alto nível de gordura visceral, podem produzir ovócitos menores, diminuindo os efeitos do tratamento hormonal, visto que o hormônio gonadotrófico é lipófilo, ou seja, é absorvido pelo tecido adiposo e assim deixa de agir sobre as gônadas (ARIAS-CASTELLANOS, 2002)

Já o volume de sêmen é influenciado por vários fatores, sendo eles: a nutrição dos reprodutores, o peso, o nível de maturidade, tipo, tempo e dosagem do hormônio administrado (MENEZES et al., 2003; VIVEIROS; GODINHO, 2009). Onde as alterações morfológicas dos espermatozoides podem ser classificadas como primárias, quando o espermatozoide apresenta o flagelo dobrado, cabeça isolada, gotas citoplasmáticas proximal e distal que ocorrem durante a espermatogênese, podendo ocorrer devido a enfermidades, consanguinidade, restrição alimentar e estresse ambiental e alterações secundárias que ocorrem durante os procedimentos de manejo durante a extrusão do macho como flagelos enrolados, quebrados, degenerado, macrocefalia e microcefalia (HERMAN et al., 1994).

Segundo Ochoa (2002), a influência do regime alimentar ainda é pouco conhecida, e os dados apresentados possuem divergências, que podem ser explicadas com a variação na intensidade e duração da privação alimentar, assim como o estado nutricional ao início da privação e ainda diferenciação das respostas entre espécies e sexo. Um maior estudo da influência do regime de privação alimentar é necessário para o estabelecimento de protocolos e técnicas de manejo destes animais, otimizando a resposta reprodutiva e atingindo o resultado ideal.

4.4. DESEMPENHO REPRODUTIVO

Segundo Navarro *et al.* (2010) estudos focados na influência da nutrição sobre o desempenho reprodutivo de peixes nativos ainda são limitados, havendo a necessidade de maior investimento neste segmento de pesquisa, a fim de suprir as questões produtivas destas espécies.

O desempenho reprodutivo das matrizes é um dos principais parâmetros para avaliação da qualidade de uma estação reprodutiva. Este parâmetro pode ser influenciado por diversos fatores, tais como: qualidade da água, idade dos animais, fotoperíodo, densidade de

estocagem, manuseio, nutrição, dentre outros (AMARAL JUNIOR, 2017). Contudo este desempenho ainda pode ser influenciado pelo manuseio e manutenção das incubadoras, no período pós fertilização, onde fatores como a densidade de ovos, fluxo, pH e temperatura da água, são pontos críticos no desenvolvimento e sobrevivência das larvas (MURGAS et al., 2012).

Dentre esses fatores a nutrição se apresenta como um dos principais, tendo em vista sua influência direta na qualidade dos ovócitos das matrizes. A interferência da nutrição pode se dar não apenas pela subalimentação, mas também pela alimentação em excesso, que pode gerar acúmulo de gordura abdominal, influenciando diretamente a quantidade de ovócitos que a matriz é capaz de produzir, assim como o tamanho deles, além de reduzir a resposta aos tratamentos hormonais, devido a característica lipofílica dos hormônios. A nutrição é ainda a fonte das proteínas, que se apresentam como o nutriente de maior importância para o desenvolvimento animal (AMARAL JUNIOR, 2017; ARIAS-CASTELLANOS, 2002; MURGAS *et al.*, 2011).

Segundo Navarro *et al.* (2010) a proteína se apresenta como o nutriente de máxima importância durante todo o desenvolvimento animal, por estarem presentes na formação de inúmeras enzimas e hormônios. A importância da proteína na reprodução se torna visível durante a maturação gonadal, desova e fertilização, em especial por sua ligação com os hormônios reprodutivos. Os animais que receberam níveis de proteína entre 30 e 40%, apresentaram um melhor desempenho no período de amadurecimento dos ovócitos e desenvolvimento larval, ao comparados com animais alimentados com níveis inferiores.

Uma avaliação adequada do desempenho das matrizes é de suma importância, e as principais formas de avaliação desse desempenho se dão pelas seguintes taxas: taxa de fecundidade, taxa de fertilização, taxa de eclosão e taxa de sobrevivência. A partir das mesmas é possível avaliar o desempenho individual das matrizes, de um grupo específico ou de todo o plantel, permitindo uma boa avaliação de respostas a parâmetros específicos, e possibilitando ainda uma seleção e melhoramento de plantel (MURGAS et al., 2011).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Centro de Tecnologia e Treinamento em Produção de Alevinos (CTTPA) localizado no distrito de Balbina, município de Presidente Figueiredo – AM, a 180 km de distância de Manaus. A estação dispõe de 7 hectares de lâmina d'água, com viveiros escavados de 600 m², 2000 m² e 5000 m², onde se realiza pesquisas e produção de formas jovens de espécies nativas como tambaqui e matrinxã. O abastecimento da estação de piscicultura tem sua captação oriunda do Lago da Hidrelétrica de Balbina, resultante do barramento do rio Uatumã (ICOTI, 1992; CPRM, 1998).

5.2. SELEÇÃO DE REPRODUTORES

Foram selecionados 100 espécimes do plantel de tambaqui *C. macropomum* adultos, oriundos de linhagens do Programa de Melhoramento Genético AquaBrasil. Os peixes apresentam cinco anos no cultivo e pesam em média 4,5 quilogramas. Sendo está a primeira reprodução induzida do plantel.

O estudo atendeu aos protocolos éticos de experimentação animal e foi aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto Federal do Amazonas, sob o número Protocolo CEUA 1712.1003/2021.

5.3. DESENHO EXPERIMENTAL

O experimento foi executado ao longo de 06 meses, com quatro tratamentos (T1- alimentação diária com 28% de proteína bruta (PB); T2 – alimentação a diária com 32% de PB; T3 – alimentação 3 vezes na semana com 28% PB e T4 – alimentação 3 vezes na semana com 32% PB), sendo 25 peixes em cada tratamento (15 machos e 10 fêmeas por tanque), foram realizadas 02 desovas por tratamento nos meses de novembro e dezembro, tendo sido utilizados duas (02) fêmeas e três (03) machos por tratamento em cada coleta (Tabela 1). Ao final da desova, os reprodutores voltaram para os tanques visando manter a densidade populacional igual ao longo do experimento. O intervalo entre as reproduções, de um período de no mínimo quinze dias, foi planejado a fim de evitar estresse ou lesões nos animais. A unidade amostral em cada tratamento é a fêmea induzida, cuja mesma estava identificada com microchip Pittag. Os indicadores reprodutivos, a qualidade dos ovócitos e larvas são as

variáveis respostas que foram analisadas em relação aos tratamentos, avaliando a frequência alimentar e a percentagem proteica das rações.

Tabela 1. Delineamento experimental do estudo.

Meses	T1– diária com 28% PB	T2 – 3x por semana com 28% PB	T3 – diária com 32% PB	T4 – 3x por semana com 32% PB
Julho/2020	Maturação	Maturação	Maturação	Maturação
Agosto /2020	Maturação	Maturação	Maturação	Maturação
Setembro/2020	Maturação	Maturação	Maturação	Maturação
Outubro /2020	Maturação	Maturação	Maturação	Maturação
Novembro/2020	2 desovas	2 desovas	2 desovas	2 desovas
Dezembro/2020	2 desovas	2 desovas	2 desovas	2 desovas

5.4. MANEJO ALIMENTAR DOS REPRODUTORES

Os peixes foram alimentados com ração extrusada comercial, padronizada de um único fornecedor, com diferentes percentuais de alimentação em relação ao peso vivo, sendo os mesmos: 2% do peso vivo durante o período de preparação, 3 e 2% durante o período de maturação e 1% durante a desova, com os teores de proteína bruta de 32 e 28%, (Tabela 2). A alimentação dos reprodutores foi realizada no período da manhã, seguindo os regimes: diário, onde os animais foram alimentados de segunda-feira a sexta-feira; e regime de três vezes na semana, onde os animais foram alimentados nos dias de segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira. Em cada tanque foram confinados 25 peixes, provenientes do mesmo plantel, com peso médio de 4,5 kg, com uma biomassa estimada em 113 kg por tanque de 600m². Foram

utilizados aproximadamente 1500 kg de ração ao longo do estudo, cujo mesma foi adquirida pelo Instituto Federal de Educação do Amazonas – IFAM Campus Presidente Figueiredo em parceria com a Secretaria Executiva de Pesca e Aquicultura do Amazonas.

Tabela 2. Percentuais de proteína bruta.

Meses	Período	Proteína bruta em relação ao peso vivo	Percentual de proteína bruta da ração
Fevereiro - Maio/2020	Preparação	2%	28%
Junho - Julho/2020	Maturação	3%	28 e 32%
Agosto - Setembro/2020	Maturação	2%	28 e 32%
Outubro - Dezembro/2020	Desova	1%	28 e 32%

5.5. REPRODUÇÃO

Os alevinos de tambaqui foram obtidos a partir da indução hormonal dos animais, onde foram utilizados extrato de hipófise de carpa. Nas fêmeas foram aplicadas duas doses na proporção de 0,5 mg/Kg do peso vivo na primeira dose e, após o período de 12 horas foi administrado a segunda dose na proporção de 5 mg/Kg do peso vivo. Para os machos foi aplicada apenas uma dose na proporção de 1,5 mg/Kg do peso, paralelamente a segunda dose da fêmea.

Os animais foram coletados nos tanques com uma antecedência de aproximadamente oito horas, em relação à primeira dosagem hormonal, transportados para o laboratório de reprodução, onde foram armazenadas em oito tanques, sendo dois tanques para cada tratamento, separados entre machos e fêmeas. O alojamento prévio foi executado a fim de permitir a aclimação dos animais e reduzir a influência do estresse da seleção e transporte sobre o desempenho dos animais.

Após a aplicação das dosagens hormonais foi feito o acompanhamento dos animais, aferindo a temperatura em intervalos de 1 hora. As desovas foram realizadas cerca de 8-9 horas após as dosagens hormonais, quando os animais apresentavam o comportamento natural prévio à reprodução, de formação de casais. Foram coletados os ovócitos e sêmen, para realização da fertilização e em seguida a deposição nas incubadoras.

Durante o período de incubação foram realizadas manutenções e aferições de temperatura, fluxo e pH da água, a fim de manter os parâmetros ideais, durante este mesmo período foram realizadas as coletas das amostras para as aferições das taxas de fertilização, eclosão e sobrevivência, assim como as amostras para medições dos tamanhos de ovócitos e larvas.

5.6. TAXA DE FECUNDIDADE

A taxa de fecundidade para cada indivíduo foi calculada usando a biomassa dos ovócitos (Figura 2) em razão da biomassa da fêmea, vezes 100 o que fornece o percentual de biomassa dos ovócitos em relação ao peso do animal.

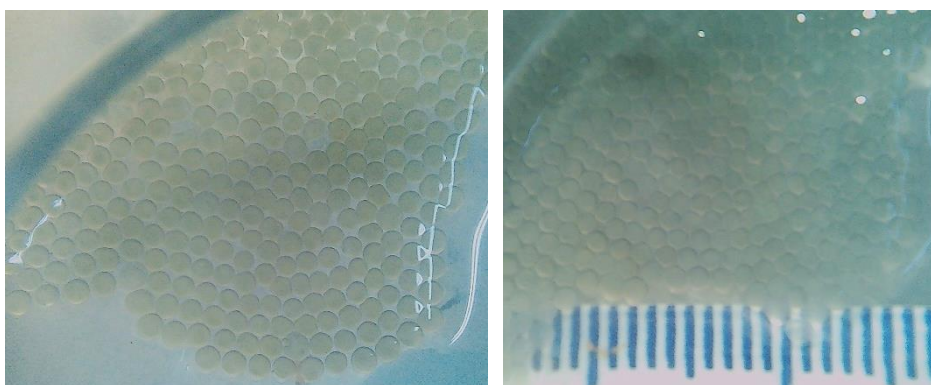


Figura 2. Ovócitos de tambaqui.

5.7. TAXA DE FERTILIZAÇÃO

Para avaliar o desempenho da reprodução e visualização dos ovócitos (Figura 3), após 6 horas da fertilização dos ovócitos, foi calculada a taxa de fertilização dos ovos de cada linhagem, com isso foi realizado a relação dos ovos fecundados e não fecundados (LAHNSTEINE *et al.*, 2008), retirando 3 alíquotas de cada incubadora, colocado em uma

placa de petri com três compartimentos e ao fim da contagem foi calculada a média, obtendo assim a taxa de fertilização. A taxa de fertilização foi aferida de acordo com Felizardo *et al.* (2010).

$$TF (\%) = (E / (E * I)) * 100$$

Onde:

TF = Taxa de fertilização;

E = Número de embriões viáveis;

I = Número de ovos inviáveis.

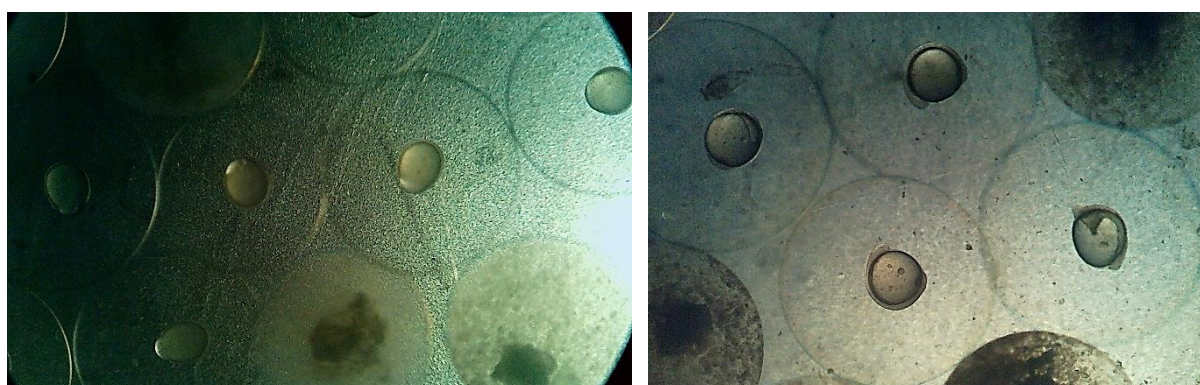


Figura 3. Ovócitos de tambaqui com 6 horas de fertilização.

5.8. TAXA DE ECLOSÃO

O percentual de larvas eclodidas (taxa de eclosão) (Figura 4) foi calculado 12h após a fertilização, utilizando a fórmula, de acordo com Felizardo *et al.* (2010):

$$TE (\%) = (LA / TF) * 100$$

Onde:

TE = Taxa de eclosão;

LA = Número de larvas;

TF = Taxa de fertilização.



Figura 4. Larvas de tambaqui no momento da eclosão (12h).

5.9. TAXA DE SOBREVIVÊNCIA

A taxa de sobrevivência foi obtida com base no número de larvas obtidas ao final da reprodução, dividido pelo número estimado de ovócitos obtidos em cada desova, vezes 100. O número de ovócitos estimado de cada desova foi determinado pela multiplicação do peso dos ovócitos (g) vezes o número de ovócitos em 1g de ovócitos. Para estimar o número de ovócitos em 1g, foi necessário a contagem de ovócitos (drenados) em triplicatas de 0,5g e sua estimativa para obter 1g.

5.10. TAMANHO DOS OVÓCITOS E DAS LARVAS

Para a aferição do diâmetro dos ovócitos e o tamanho das larvas foi utilizado lupa com escala milimetrada (Figura 5). Amostras de 30 ovócitos e 30 larvas de cada reprodução foram analisadas individualmente e tabuladas em planilhas eletrônicas.

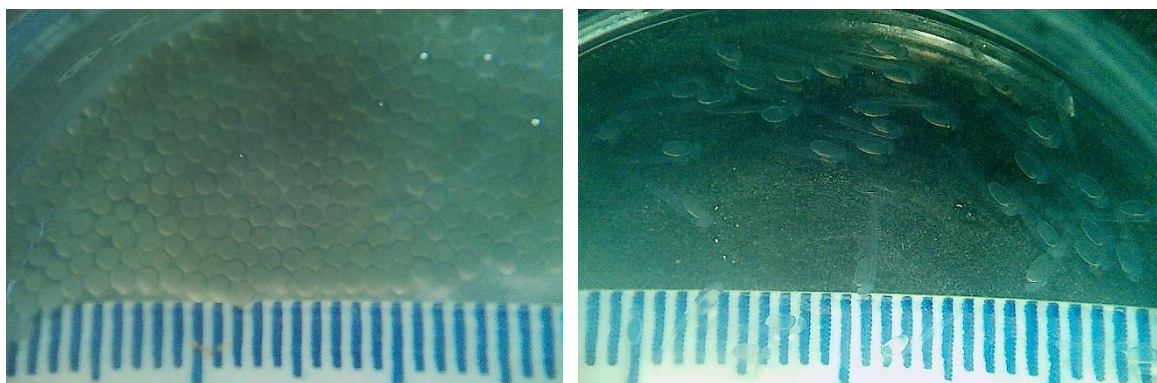


Figura 5. Imagens das amostras coletadas de larvas e ovócitos para medição

5.11. MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA

Foram aferidos os parâmetros limnológicos como oxigênio dissolvido e temperatura (°C) da água por meio de aparelho Oxímetro (INSTRUTHERM MO-900), pH (TERMO SCIENTIFIC ORION 3 STAR), nitrito e nitrato via Fotocolorímetro AT 100P II Microprocessado (Alfakit). O monitoramento da água visou avaliar as condições de cultivo a fim de observar possíveis interferências de condições ambientais sobre o desempenho reprodutivo dos peixes, tais como diferenças bruscas de temperatura entre os tratamentos, entre outros fatores. Contudo, durante o período de avaliação foi observada uma homogeneidade dos parâmetros, entre os tratamentos.

5.12. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados contínuos de índices reprodutivos foram analisados por estatística descritiva e medidas de tendência central (média, mínimo, máximo e desvio padrão e coeficiente de variação). As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico R. A homogeneidade de variância foi verificada pelo teste de Bartlett (ZAR, 1999) e normalidade por Shapiro (ZAR, 1999). Atendendo os pressupostos da Análise de Variância (ANOVA) e Análise de Covariância (ANCOVA) foram realizados para todas as variáveis dependentes e independentes, e posterior o teste de Tukey (ZAR, 1999), ao nível de 5% de confiança. O peso das fêmeas foi testado por ANOVA e demais variáveis independentes foram analisados por ANCOVA, controlado pelo peso da fêmea.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental a qualidade da água foi averiguada em intervalos periódicos, a fim de manter a qualidade dos parâmetros limnológicos. Durante todo este período os parâmetros: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, nitrito e nitrato, se apresentaram dentro dos valores ideais de cultivo e homogêneos entre os tratamentos.

As variáveis, taxa de eclosão e taxa de sobrevivência não apresentaram os pressupostos de homogeneidade de variância necessários para execução das análises da ANOVA e ANCOVA, controlada pelo peso da fêmea. Sendo então submetidas a análises descritivas dos dados obtidos (Tabela 3).

Tabela 3. Médias das taxas de eclosão e sobrevivência do tambaqui.

	T1	T2	T3	T4
TE (%)	61 ± 28	63 ± 31	73 ± 13	80 ± 7
SOB (%)	50 ± 32	39 ± 25	54 ± 16	68 ± 10

Legenda: SOB - sobrevivência (%); TE - taxa de eclosão (%). Valores médio mais desvio padrão.

T1- alimentação diária com 28% de proteína bruta; T2 – alimentação diária com 32% de proteína bruta; T3 – alimentação 3 vezes na semana com 28% de proteína bruta e T4 – alimentação 3 vezes na semana com 32% de proteína bruta.

A taxa de eclosão e sobrevivência são variáveis que podem sofrer efeitos externos ao tratamento de nutrição e alimentação analisados no estudo. O fluxo de água (L/s), a temperatura e pH da água, e a densidade de ovos em cada incubadora se apresentam como principais fatores com possível influência sobre a taxa de eclosão e sobrevivência. Tendo em vista que o abastecimento das incubadoras é proveniente de uma rede direta do lago de Balbina, os parâmetros limnológicos são ditados de acordo com a situação atual do lago, podendo apresentar valores médios com diferença de mais de 1°C entre desovas, como observado neste estudo, onde a temperatura média aferida nas incubadoras durante a primeira desova (realizada no mês de novembro) se encontrava em torno de 28,5°C e na segunda desova (realizada no mês de dezembro) a média aferida se encontrava em torno dos 30°C.

Tendo em vista que a temperatura média ideal para o cultivo dos animais é de 29°C, uma temperatura superior pode resultar em resultados inferiores aos desejados (DAIRIKI; SILVA, 2011). Ao avaliarmos apenas os valores numéricos dos tratamentos em cada variável podemos observar que na taxa de eclosão o T4 apresentou a maior média e o T1 apresentou o menor valor, respectivamente, com valores de, 80 ± 7 e 61 ± 28 . Já a variável taxa de sobrevivência também apresentou sua maior média no tratamento T4 e sua menor média no tratamento T2, sendo estes, respectivamente, 68 ± 10 e 39 ± 25 .

Tabela 4. Média das variáveis fecundidade, fertilização, diâmetro dos ovócitos e tamanho da larva de tambaqui.

	T1	T2	T3	T4
PESO (g)	4700 ± 714^a	4650 ± 580^a	5267 ± 356^a	4300 ± 294^a
FEC (%)	$9,09 \pm 4,15^a$	$9,98 \pm 3,46^a$	$11,37 \pm 3,22^a$	$8,18 \pm 3,03^a$
FERT (%)	75 ± 26^a	56 ± 18^a	75 ± 31^a	84 ± 9^a
TO (mm)	$1,08 \pm 0,09^a$	$1,06 \pm 0,02^a$	$1,06 \pm 0,03^a$	$1,04 \pm 0,05^a$
TL (mm)	$4,8 \pm 0,18^a$	$4,89 \pm 0,27^a$	$5,16 \pm 0,1^a$	$4,93 \pm 0,13^a$

Legenda: PESO - peso da fêmea (g); FEC - fecundidade (%); FERT – fertilização; TO - tamanho do ovócito (mm); TL - tamanho da larva (mm). Valores de média mais desvio padrão; ^a – letras de identificação do teste de Tukey.

T1- alimentação diária com 28% de proteína bruta; T2 – alimentação diária com 32% de proteína bruta; T3 – alimentação 3 vezes na semana com 28% de proteína bruta e T4 – alimentação 3 vezes na semana com 32% de proteína bruta.

Na tabela 4 se observa um resumo das médias e desvio padrão do peso, fecundidade, taxa de fertilização, tamanho do ovócito e tamanho da larva, bem como o resultado das análises estatísticas de ANOVA e ANCOVA. O peso das fêmeas não diferiu entre os tratamentos analisados por meio da ANOVA ($P > 0,05$). O peso da fêmea do tratamento T3 apresentou-se com a maior média e o T4 com a menor média, sendo estas, respectivamente.

As variáveis taxas de fecundidade, de fertilidade, diâmetro do ovócito e tamanho da larva não diferiram entre os tratamentos analisados por ANCOVA, controlado pelo peso da fêmea ($P > 0,05$). No peso da fêmea o tratamento T3 apresentou-se com a maior média e o T4

com a menor média, sendo estas, respectivamente, 5267 ± 356 e 4300 ± 294 . A taxa de fecundidade também teve os tratamentos T3 apresentando a maior média e o T4 com a menor, com os respectivos valores, $11,37 \pm 3,22$ e $8,18 \pm 3,03$. A fertilização apresentou sua maior média no tratamento T4 e sua menor no T2, com os valores, respectivamente, 84 ± 9 e 56 ± 18 . A variável tamanho do ovócito teve sua maior média no tratamento T1 e sua menor no T4, sendo estas, respectivamente, $1,08 \pm 0,09$ e $1,04 \pm 0,05$. O tamanho das larvas o tratamento T3 apresentou-se com a maior média e o T1 com a menor, sendo estas, respectivamente, $5,16 \pm 0,1$ e $4,8 \pm 0,18$.

Na Tabela 5 temos os dados das variáveis submetidas a ANCOVA, onde é possível observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos em cada variável avaliada, mesmo ao se realizar o controle dos dados com o peso da fêmea. Este resultado é corroborado por MARTINS JUNIOR (2011), que verificou em seu estudo que não houve correlação entre o peso corporal das fêmeas avaliadas e as taxas reprodutivas, em especial a taxa de fecundidade e tamanho do ovócito.

Tabela 5. Resultado das análises de ANCOVA com variáveis dependentes sobre os tratamentos, considerando a co-variável peso da fêmea do tambaqui.

FV	GL	SQ	F-valor	P-valor
Taxa de Fecundidade				
Tratamento	3	19,875	0,5134	0,6832
CoV	1	2,516	0,1950	0,6692
Erro	9	116,145		
Taxa de Fertilização				
Tratamento	3	1707,6	1,1557	0,3788
CoV	1	6,1	0,0124	0,9136
Erro	9	4432,7		
Tamanho dos Ovócitos				
Tratamento	3	0,005252	0,736	0,5565
CoV	1	0,005054	2.125	0,1789
Erro	9	0,021406		
Tamanho das Larvas				
Tratamento	3	0.005252	1.4399	0.2946
CoV	1	0.00264	0.0689	0.7989
Erro	9	0.34438		

Legenda: FV= fonte de variação; GL= graus de liberdade; SQ= quadrado médio; P-valor= nível mínimo de significância associado ao teste F

A ausência de diferença significativa entre os tratamentos pode estar relacionada aos fatores ontogenéticos da espécie. Os animais em período reprodutivo canalizam suas reservas energéticas para a produção de gametas e o excesso de energia possivelmente é acumulado como gordura na cavidade abdominal. Izquierdo *et al.* (2001) explicam que durante o período reprodutivo os animais priorizam os processos de formação, desenvolvimento e crescimento dos gametas, direcionam grande parte dos nutrientes ingeridos para os mesmos e reduzindo o crescimento e ganho de peso dos animais, o que intensifica a necessidade de uma alimentação de boa qualidade e balanceamento nutricional, reforçando o fator que o desenvolvimento das rações comerciais, seja para engorda, recria e manutenção de reprodutores em estações de

piscicultura deve ser encarado com muita seriedade. Nesse sentido, os resultados obtidos nos permitem inferir que a ração comercial utilizada com 28% de PB atendeu ao requerimento nutricional dos animais.

Galo *et al.* (2015) avaliaram a influência do período sobre o desempenho reprodutivo de matrizes de *C. macropomum*, coletando dados reprodutivos entre os meses de novembro de 2010 a março de 2011. Os autores observaram que a taxa de fertilização de eclosão não diferiu significativamente entre os meses de novembro a janeiro, apresentando uma diminuição nas médias dos meses de fevereiro e março. Os autores observaram ainda que o desempenho reprodutivo das matrizes avaliadas foi influenciado pelo fotoperíodo local, apresentando seu melhor desempenho nos meses climaticamente mais favoráveis, sendo estes de novembro a janeiro, o que corrobora a influência direta dos fatores ambientais sobre o desempenho reprodutivo dos animais, independente da dieta utilizada. Resultados que condizem com o observado no atual estudo, onde os tratamentos apresentaram um desempenho satisfatório em ambos níveis proteicos e intervalos alimentares, com valores semelhantes ou superiores aos observados pelos autores em seu estudo, e dentro dos padrões esperados para espécie, demonstrando a influência do ambiente sobre o desempenho destes animais.

Estudos avaliando a influência da restrição alimentar sob o desenvolvimento de reprodutores de matrinxã (*B. amazonicus*), apresentaram que os animais submetidos a certos intervalos de restrição obtêm resultados, estatisticamente, iguais aos dos animais alimentados diariamente, com ambos apresentando um desenvolvimento gonadal satisfatório para a espécie. Os animais submetidos a intervalos de dois dias de restrição, com três dias de realimentação, obtiveram o mesmo desenvolvimento gonadal dos animais controle, aos quais receberam alimentação diariamente (CAMARGO *et al.*, 2008). Estes dados corroboram a ausência de diferença significativa entre os tratamentos avaliados neste estudo, no fator relacionado a frequência alimentar avaliada, demonstrando que certos ciclos restritivos podem ser aplicados sem qualquer demérito no desempenho dos animais, podendo ainda se apresentar como um meio de economia no custo produtivo.

Em seu estudo, Coldebella (2010) avaliou diferentes níveis proteicos no desempenho reprodutivo e zootécnico de *Rhamdia quelen*, sendo estes: 28; 34 e 40%, não observando diferenças significativas entre as dietas avaliadas ($P < 0.05$), nas variáveis taxa de fecundidade e tamanho das larvas, nem nos índices gonadossomático, hepatossomático e gordura visceral das fêmeas de jundiá. O autor detectou uma diferença significativa no tamanho e peso dos

ovócitos, comprimento e sobrevivência das larvas, nos níveis proteicos, tendo os níveis proteicos de 28 e 40% apresentados resultados semelhantes e superior ao nível de 34%. Na avaliação do desenvolvimento larval - ao qual foi realizada no sétimo e décimo quarto dia de vida das larvas - o nível proteico de 28% se apresentou superior ao nível de 34% e similar ao 40%, no sétimo dia e, superior a ambos quando na avaliação do décimo quarto dia, contudo, em âmbito geral o autor afirma que os valores numéricos das médias das variáveis apresentam um acréscimo com o aumento do nível proteico das dietas estudadas. Os dados obtidos pelo autor indicam que a significância entre os níveis proteicos, talvez, só seja observável em níveis superiores a 40% de proteína bruta, nível ao qual não foi avaliado no presente estudo, reforçando a necessidade de um maior aprofundamento e mais estudos na área.

Martins Junior (2011) avaliou a influência de diferentes valores proteicos (32; 36; 40 e 44%), sobre desempenho reprodutivo de matrinxã (*B. amazonicus*), e observou que apenas os valores acima de 40% apresentaram resultados satisfatórios, onde os animais apresentaram valores de fertilização de 86,1% e fecundação de 14,4%, tendo este tratamento apresentado o melhor desempenho nas variáveis avaliadas. O tratamento com nível proteico de 32% apresentou os menores valores, tendo sido estes, 63% para a taxa de fertilização e 59% para a taxa de eclosão. Ao avaliar a correlação do peso das matrizes com as variáveis analisadas, o autor não observou relação entre o tamanho e peso das matrizes, mas sim pelo melhor desempenho em absorção dos nutrientes convertidos no desenvolvimento gonadal dos animais. Por fim, o autor observou uma relação não linear entre o nível proteico na ração e o desempenho reprodutivo das matrizes, com o ápice no nível proteico de 40%. Ao relacionar os valores obtidos neste estudo com os obtidos por Martins Junior (2011) é possível observar que as médias obtidas nos tratamentos se apresentam semelhantes, indicando que as matrizes apresentaram um bom desempenho em todos os tratamentos avaliados. Reforçando o fato de que todos os tratamentos avaliados atendem as necessidades nutricionais dos reprodutores avaliados.

Estudos avaliando o desempenho reprodutivo de *Acanthopagrus latus*, em diferentes níveis proteicos e lipídicos, sendo os níveis proteicos: 40, 50 e 60%, e os níveis lipídicos de: 15, 20 e 25%, apresentando ao todo nove tratamentos avaliados. Não foram observadas diferenças significativas na maioria das variáveis reprodutivas tanto em relação ao nível proteico, quanto ao lipídico, com exceção da variável sobrevivência, ao qual apresentou significância em relação a ambos os níveis, esta variável apresentou um aumento em seus

resultados com a diminuição dos níveis lipídicos, nos níveis de 50 e 60% de proteína, tendo seus melhores resultados com o nível proteico de 40%, ao qual apresentou-se um aumento de valor diretamente relacionado ao aumento do nível lipídico, tendo assim seu melhor valor no tratamento de 40% de proteína e 25% de lipídeos, tendo este sido 94% de sobrevivência (ZAKERI *et al.*, 2009). Mesmo está sendo uma espécie de ambiente nativo diferente, o fato de a mesma apresentar seu melhor desempenho no nível proteico de 40%, assim como os estudos de Coldebella (2010) e Martins Junior (2011), aos quais também obtiveram seus melhores resultados neste nível proteico, reforçando a necessidade de uma maior investigação em relação aos níveis proteicos ideais para estes animais.

Souza (2012) avaliou o desempenho de reprodutores de *P. mesopotamicus*, um peixe redondo da família Serrasalmidae, mesmo grupo do tambaqui, submetidos à diferentes níveis proteicos, com percentuais de 18, 24, 30 e 36%, o autor verificou que os animais apresentaram seus melhores desempenhos nos percentuais de 18 e 36%, apresentando valores semelhantes de taxa de fertilização, com valores de 74 e 75%, respectivamente. O autor afirma que estes valores observados em seu estudo se apresentam inferiores à média esperada para espécie, fator este que se explica pelo fato de os animais ainda não estarem completamente preparados para o processo reprodutivo, levando a um desempenho inferior ao esperado. O autor ainda apresenta a densidade de estocagem e as características ambientais como fatores influenciáveis no desempenho dos reprodutores.

A Tabela 6 apresenta um resumo comparativo entre as médias dos resultados obtidos neste trabalho e algumas das referências utilizadas. Ao avaliar os dados apresentados na tabela é possível observar que os valores obtidos nas variáveis analisadas são semelhantes ou iguais as referências utilizadas, comprovando que a ausência de significância entre os tratamentos avaliados não reduziu o desempenho das matrizes avaliadas.

Ao compararmos os valores médios na variável fecundidade, observa-se que o valor médio obtido neste trabalho (9,70%) se apresenta similar aos valores de Galo *et al.* (2015) e Martins Junior (2011), sendo ligeiramente inferior aos mesmos. Já entre as médias da variável fertilização o valor obtido neste trabalho (73%) se apresenta superior aos valores de Galo *et al.* (2015) e Souza (2012), semelhante aos valores de Martins Junior (2011) e Zakeri *et al.* (2009), e inferior à Coldebella (2010). Nas variáveis tamanho do ovócito e larvas os valores referenciais foram, em sua totalidade, semelhantes aos obtidos (1,06 mm e 4,95 mm). O valor médio da variável taxa de eclosão se apresentou superior a todos os valores referenciais

utilizados, tendo Martins Junior (2011) apresentado valor semelhante. Na variável sobrevivência o valor médio obtido se apresentou inferior aos valores obtidos por Coldebella (2010) e Zakeri *et al.* (2009). Com base na avaliação do referencial obtida, é possível observar que o nível proteico ao qual se apresenta uma maior diferenciação de resultados nas variáveis avaliadas é o nível de 40%, ao qual não foi utilizado neste estudo.

Tabela 6. Comparativo das médias das variáveis reprodutivas de diferentes espécies de peixes teleósteos.

	ESPÉCIE	FEC (%)	FERT (%)	TO (mm)	TL (mm)	TE (%)	SOB (%)
PRESENTE ESTUDO (2021)	<i>Colossoma macropomum</i>	9,70	73	1,06	4,95	70	53
GALO <i>et al.</i>, (2015)	<i>Colossoma macropomum</i>	10,9	60	-	-	57	-
MARTINS JUNIOR (2011)	<i>B. amazonicus</i>	11,6	75	1,15	-	69	-
COLDEBEL LA (2010)	<i>Rhamdia quelen</i>	-	86	1,46	4,63	-	77
ZAKERI <i>et al.</i> (2009)	<i>Acanthopagrus latus</i>	-	78	0,75	1,46	45	70
SOUZA (2012)	<i>P. mesopotamicus</i>	-	60	-	-	9	-

Legenda: PESO - peso da fêmea (g); FEC - fecundidade (%); FERT - fertilização; TO - tamanho do ovócito (mm); TL - tamanho da larva (mm); SOB - sobrevivência (%); TE - taxa de eclosão (%).

Contudo, uma avaliação comparativa direta entre trabalhos em relação à influência do nível proteico sobre o desempenho reprodutivo entre diferentes espécies ou até mesmo diferentes trabalhos dentro da mesma espécie, não se apresenta como a forma mais precisa, tendo em vista a influência de diversos fatores, como: ambiente (tanto em aspecto de ambiente ao qual o animal está diretamente inserido, quanto em localização geográfica), composição das dietas, metodologia, genética dos animais, dentre outros. As exigências dietéticas dos animais são diretamente influenciadas pelo ambiente externo, assim como a qualidade dos ingredientes utilizados e nível dos demais nutrientes, como, por exemplo, os lipídeos, que quando inseridos em altos níveis reduzem a oxidação proteica, resultando em alteração na resposta direta da mesma (COLDEBELLA, 2010; IZQUIERDO, *et al.* 2001).

A influência do regime alimentar, assim como a dieta utilizada ainda necessita de um maior aprofundamento, a fim de obter as necessidades de nutrientes das espécies nativas, em cada uma de suas fases produtivas, possibilitando uma formulação de dietas mais precisas, permitindo que os animais apresentem seu máximo potencial genético e, reduzindo os custos com alimentação inadequada, ou perda de alimento por super alimentação (MURGAS *et al.*, 2011). Contudo, a partir dos dados coletados no presente estudo, já é possível estabelecer um regime alimentar e proteico para as estações de reprodutores de tambaqui na Amazônia, auxiliando o processo de desenvolvimento, crescimento e estabilização do setor na região., possibilitando uma melhor assistência aos produtores, assim como desenvolvimento de tecnologias.

7. CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos, é possível assumir que as estações de piscicultura que atuam com reprodução de tambaqui podem adotar um regime de alimentação de peixes com 28% de proteína bruta, sendo administrada três vezes por semana, sem prejudicar o desempenho dos reprodutores.

Conclui-se também que é necessário manutenção periódica dos tanques e animais, e cuidado durante os períodos de extração e incubação, devido ao número de possíveis fatores externos que podem influenciar o desempenho da reprodução.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL JUNIOR, P. **Avaliação dos parâmetros reprodutivos de reprodutores de tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER 1818)**. Manaus. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas). p.57, 2017.
- ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia**. Tefé, AM: Sociedade Civil de Mamirauá, Brasília: CNPq. p.186, 1998.
- ARIAS-CASTELLANOS, J. A.; VÁSQUEZ-TORRES, W.; PEREIRA FILHO, M. **Estudo para composição de uma dieta referência semipurificada para avaliação de exigências nutricionais em juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818)**. Rev. Bras. Zootec. Viçosa. v.31, n.1, 2002.
- ANDRADE, D. R.; YASUI, G. S. **O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil**. Rev. Bras. Reprod. Animal, v.27, n.2, p.166-72. 2003.
- ARIDE, P.H.R.; ROUBACH, R.; VAL, A.L. **Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) to water pH**. Aquaculture Research, v.38, p.588-94, 2007.
- BALDISSEROTTO, B. **Respiração e circulação**. In: BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2ª ed. Santa Maria: Editora UFSM. p.53-75. 2009.
- CAMARGO, A. C. da S.; ZAIDEN, S. F.; URBINATI, E. C. **Desenvolvimento gonadal de fêmeas de matrinxã, *Brycon amazonicus*, submetidas a restrição alimentar**. Ciência Rural, v. 38, n. 4, p. 1105–1110, 2008.
- COLARES DE MELO, J. S. **Influência do fotoperíodo sobre a maturação ovariana de mandi *Pimelodus naca***. LACEPÉDE,1803, Boletim Técnico do CEPTA, 2(único), p.13-18, 1989.
- COLDEBELLA, I. J. **Parâmetros bioquímicos de fêmeas de jundiá *Rhamdia quelen* alimentadas com diferentes**. Dissertação de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. 2010, 121 f.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Manaus. **Potencial turístico do município de Presidente Figueiredo. Programa de Integração Mineral em municípios da Amazônia - Primaz de Presidente Figueiredo**. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Manaus, Amazonas. p.63, 1998.

- DAIRIKI, J. K.; SILVA, T. B. A. **Revisão de literatura: Exigências nutricionais do tambaqui – Compilações de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, Documentos; 91, p. 44. Serie III 2011.
- FAUVEL, C.; SUQUET, M.; COSSON, J. Evaluation of fish quality, **J. Appl. Ichthyol.** v.26, p.636-43, 2010.
- FELIZARDO, N.N. *et al.* **Neotropical Helminthology**, v.4, n.2, p.113-25. 2010.
- GALO, J. *et al.* **Oocyte quality of tambaqui (*Colossoma macropomum*) during the reproductive season**. Brazilian Journal of Biology, v. 75, n. 2, p. 279–284, 2015.
- GARCEZ, R. C. S.; FREITAS, C. E. C. **Seasonal catch distribution of tambaqui (*Colossoma macropomum*), Characidae in a central Amazon floodplain lake: implications for sustainable fisheries management**. Journal of Applied Ichthyology, p.1-4, 2010.
- GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M.; ROUBACH, R.; URBINATI, E.C. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 283-290, 2003.
- GOMES, L.C.; SIMÕES, L.N.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B. e GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2ª ed. Santa Maria: Editora da UFSM. p.175-204. 2010.
- 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.245-59. 1995.
- HERMAN, H.A.; MITCHELL, JR, DOAK, G.A. **The artificial insemination and embryo transfer of dairy and beef cattle**. Danville, IL: Interstate, p.392, 1994.
- ICOTI. Instituto de Cooperação Técnica Intermunicipal. **Informações básicas do município de Presidente Figueiredo**. ICOTI, Manaus, p.58, 1992.
- ISMIÑO-ORBE, R.A. **Excreção e efeito da amônia sobre o crescimento do tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818)**. Manaus. (Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia). p.29, 1997.
- IZEL, A. C. U.; *et al.* **Cultivo do tambaqui no Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental. Brasília, DF: EMBRAPA**, p.51, 2014.
- IZQUIERDO, M.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A. **Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish**. Aquaculture, v.197, p.25-42, 2001.

- JOSÉ, B.; PIERRI, B.; FRACALOSSI, D. **De olho na composição das rações de tilápia.** Panorama da Aquicultura, v. 26, n. 158, p. 30–41, 2016.
- LIMA, A.T. **Estudo sobre o retorno reprodutivo e recrudescência ovariana de fêmeas de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818).** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos trópicos, Universidade Federal do Amazonas. 2019.
- LIMA, C.A.S. **Caracterização e diagnóstico do perfil socioeconômico da piscicultura no estado do Amazonas.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos trópicos, Universidade Federal do Amazonas. 2018, 237p.
- MARTINS JUNIOR, A. **Efeito do nível protéico e da relação energia: proteína no desempenho reprodutivo da matrinxã (*Brycon amazonicus*).** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, INPA. 2011, 85 f.
- MENEZES, J. T. B.; NINHAUS-SILVEIRA, A.; MENEZES, J. B., Jr. **Tambaquis provenientes de sêmen congelado já estão sendo produzidos na Amazônia (Tambaqui from freezing semen have been produced in Amazon).** Rev. Pan. Aquic. v.13, p.65–67, 2003.
- MORAIS, I. S.; ALMEIDA, F. L. **Biologia, habitat e cultivo do tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1816).** Scientia Amazonia, v.6, n.1, p.81-93, 2017.
- MOYES, C. D.; SCHULTE, P. M. **Princípios de Fisiologia Animal**, 2º Ed. Porto Alegre: Artmed, p.792, 2010.
- MURGAS, L. D. S. *et al.* **Importância da avaliação dos parâmetros reprodutivos em peixes nativos.** Revista Brasileira de Reprodução Animal, v. 35, n. 2, p. 186-191, 2011.
- MURGAS, L. D. S. *et al.* **Eficiência reprodutiva em espécies nativas de peixes de água doce.** Ciência Animal, v. 22, n. 1, p. 197–206, 2012.
- NAVARRO, R. D.; *et al.* **Nutrição e alimentação de reprodutores de peixes.** Revista Augustus. Rio de Janeiro. ano15, n.30, 2010.
- OCHOA, A.I.S. **efeito da restrição alimentar no desempenho reprodutivo de machos de matrinxã *Brycon cephalus*.** Jaboticabal. (Dissertação de Mestrado. Centro de Aquicultura da UNESP). 2002.
- OLIVEIRA, D.; DIGMAYER, M.; GODOY, L. C. 2012 **Recomendações técnicas para a reprodução do tambaqui.** Teresina: Embrapa Meio-Norte. p.30. Disponível em: (Documentos/ Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X)

- PANTOJA-LIMA J, *et al.* **Pró-rural aquicultura: relatos das principais ações de extensão tecnológica e um panorama do setor aquícola do estado do Amazonas, Brasil.** Nexus Revista de Extensão do IFAM. v.1, n.1, p.35-45, 2015. Disponível em: http://200.129.168.183/ojs_proex/index.php/Nexus/article/view/6
- PEIXEBR. **Anuário da PeixeBR da Piscicultura.** Acessado em novembro de 2021. Link www.peixebr.com.br, p.140, 2021.
- RICARDO, D.; SHIGUEKI, G. **O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil.** Rev. Bras. Reprod. Animal, v. 27, p. 166–172, 2003.
- ROTTA, M.A. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura.** Corumbá: Embrapa Pantanal. p.48, 2003.
- ROUBACH, R.; *et al.* **Aquaculture in Brazil.** World Aquaculture Society, v.34, p.28-34, 2003.
- RODRIGUES, A.P.O. **Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*).** Bol. Inst. Pesca, São Paulo, v.40, n.1, p.135–45, 2014.
- SANDOVAL JR, P.; TROMBETA, T. D.; MATTOS, B. O. **Manual de criação de peixes em taques rede.** 2. Ed. Brasília: Codevasf, p.36, 2013.
- SANTOS, A. M.; SOUZA, R. G. C. **Monitoramento do desempenho reprodutivo do tambaqui cultivado em Presidente Médici (Rondônia).** ScientiaAmazonia, v. 4, n. 3, p. 13–20, 2015.
- SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S. **Peixes comerciais de Manaus.** In: Geraldo (Ed.). – Manaus: Ibama/AM, ProVárzea, p.144, 2006.
- SOUZA, B. E. **Proteína bruta na alimentação de reprodutores do pacu, *Piaractus mesopotamicus* criados em tanques-rede.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista. 2012. 95p.
- VAL, A.; HONCZARK, A. **TAMBAQUI: Criando peixes na Amazônia.** 19a Ed. Manaus: INPA, p.160, 1995.
- VAL, A.L.; ROLIM, P.R.; RABELO, H. Situação atual da aquicultura na Região Norte. In: VALENTE, W.C.; POLI, C.R.; PEREIRA, J.A.; BORGHETTI, J.R. (Ed.). **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável.** Brasília: CNPq; MCT, p.247-66. 2000.
- VILLACORTA-CORREA, M. A.; e SAINT-PAUL, U. **Structural indexes and sexual maturity of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes:**

- Characidae) in central Amazon, Brazil.** Revista Brasileira de Biologia, v.59, p.637-52, 1999.
- VIVEIROS, A.T.M.; GODINHO, H.P. **Sperm quality and cryopreservation of Brazilian freshwater fish species: a review.** Fish Physiol. Biochem. v.35, p.137-50, 2009.
- WATANABE, T., *et al.* **Effect of nutritional quality of broodstock diets on reproduction of sea bream.** Nippon Suisan Gakkaishi, v.50, p.495-501. 1984.
- WOOTON, R.J. **Ecology of teleost fishes.** Chapman & Hall Co. Wales. p.396, 1995.
- ZAKERI, M. *et al.* **Effects of protein and lipid concentrations in broodstock diets on growth, spawning performance and egg quality of yellowfin sea bream (Acanthopagrus latus).** Aquaculture, v. 295, n. 1–2, p. 99–105, 2009.
- ZAR, J. **Biostatistical analysis.** Prentice Hall, New Jersey, 1999.