SCIENTIA NATURALIS
Scientia Naturalis, v. 7, n. 2, p. 681-690, 2025
Home page: http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat
DOI: https://doi.org/10.29327/269504.7.2-16
ISSN 2596-1640

Qualidade morfofisiológica de esperma de peixes nativos: identificação de machos para a seleção de matrizes

Cristina Sá de Lima[1*], Antonia Valcemira Domingos de Oliveira[1], Sarah Lima de Oliveira[1], Jerônimo Vieira Dantas Filho[2], Jucilene Braitenbach Cavali[3]

[1]Discente da Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental, Rio Branco, Acre, Brasil. [2]Docente do Afya Centro Universitário de Ji-Paraná, Ji-Paraná, Rondônia, Brasil. [3]Docente da Universidade Federal de Rondônia, Departamento de Engenharia de Pesca, Presidente Médici, Rondônia, Brasil.
*cristina_slima@hotmail.com

Recebido em: 18/11/2024 Aceito em: 07/11/2025 Publicado em: 30/12/2025

DOI: https://doi.org/10.29327/269504.7.2-16

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a qualidade morfofisiológica do esperma de peixes nativos para a seleção de machos reprodutivos e contribuindo para o avanço do conhecimento científico na área. No segmento da aquicultura, a piscicultura tem ganhado destaque na cadeia de produção. O Brasil, possui disponibilidade de recursos naturais: condições climáticas e hidrográficas para a reprodução artificial de peixes. O Tambaqui *Colossoma macropomum* é uma espécie de peixe tropical, que habita áreas alagáveis com águas quentes e ricas em nutrientes, com características de alta rusticidade e adaptabilidade, com destaque na produção comercial. A avaliação das características dos espermatozoides permite o conhecimento sobre a biologia reprodutiva de uma espécie, tanto para fins de conservação, quanto para a produção de formas jovens em cativeiro. Assim, características como volume do ejaculado, concentração espermática, aspecto do sêmen, motilidade espermática e taxa de fertilidade são significativamente importantes para o desempenho reprodutivo de espécies nativas e podem elevar as taxas de fertilização em cativeiro com integridade genética das matrizes selecionadas para a formação de bancos de genes.

Palavras-chave: Reprodução de peixe. Sêmen, Morfologia espermática.

Morphophysiological quality of native fish sperm: identification of males for matrix

ABSTRACT

The presente study aims to carry out a literature review on the morphophysiological quality of sperm from native fish for the selection of reproductive males and contributing to the advancement of scientific knowledge in the area. In the aquaculture segment, fish farming has gained prominence in the production chain. Brazil has availability of natural resources: climatic and hydrographic conditions for artificial reproduction of fish. Tambaqui *Colossoma macropomum* is a species of tropical fish, which inhabits flooded areas with warm waters rich in nutrients, with characteristics of high rusticity and adaptability, with emphasis on commercial production. The evaluation of sperm characteristics allows knowledge about the reproductive biology of a species, both for conservation purposes and for the production of young forms in captivity. Thus, characteristics such as ejaculate volume, sperm concentration, semen appearance, sperm motility and fertility rate are significantly important for the reproductive performance of native species and

can increase fertilization rates in captivity with genetic integrity of the matrices selected for the formation of gene banks.
Keywords: Reproduction of fish. Semen. Perchronic morphology.

INTRODUÇÃO

A aquicultura tem grande potencial de crescimento dentro da cadeia produtiva de alimentos no Brasil, com destaque para a piscicultura, o segmento que mais cresce atualmente no país (VALENTI et al., 2021). Em 2023, o Brasil produziu 887.029 toneladas de peixes de cultivo (incluindo tilápia *Oreochromis niloticus*, peixes nativos e outras espécies), registrando um aumento de 3,1% em relação a 2022 (PEIXE BR, 2024). Ainda de acordo com os autores anteriormente mencionado a piscicultura amazônica representa 55% da produção nacional de pescado, sendo o estado de Rondônia o maior produtor de peixes nativos, responsável por produzir 56,5 mil toneladas.

Os peixes redondos, como o tambaqui, têm grande potencial na piscicultura devido à sua rusticidade, adaptabilidade e bom desempenho de crescimento, características que os tornam importantes na pesca comercial nas suas regiões de origem (OLIVEIRA et al., 2007). No entanto, em sistemas de cativeiro, muitas espécies nativas não conseguem se reproduzir naturalmente, exigindo o uso de tecnologias para viabilizar reprodução.

A qualidade dos parâmetros seminais é crucial para o sucesso da reprodução de peixes em cativeiro. As características dos espermatozoides fornecem informações valiosas sobre a biologia reprodutiva de uma espécie, tanto para a conservação quanto para a produção de alevinos. A coleta e a avaliação do sêmen podem variar entre diferentes reprodutores ou até mesmo para o mesmo animal ao longo do tempo (CABRITA et al., 2010). A avaliação espermática, que caracteriza qualitativamente e quantitativamente o sêmen é essencial para selecionar amostras de melhor qualidade para a fertilização.

A disponibilidade de espermatozoides de boa qualidade e em quantidade suficiente é um fator determinante para o sucesso da fertilização (LEITE et al., 2013). A concentração espermática influencia diretamente a reprodução artificial, determinando a diluição do sêmen e a proporção ideal de machos e fêmeas no manejo reprodutivo (MARIA et al., 2010; LEITE et al., 2013). A propagação artificial de peixes possibilita maior controle do processo reprodutivo, permitindo a escolha criteriosa dos reprodutores com base em características sanitárias e genéticas.

Uma técnica importante para a conservação de espécies ameaçadas é a criopreservação de sêmen, que envolve o congelamento em nitrogênio líquido. Essa prática se mostra crucial quando a variabilidade genética de uma espécie é reduzida a ponto de comprometer sua adaptação ambiental (RESENDE, 2009). Tecnologias avançadas, como sistemas de análise computadorizada de sêmen, facilitam a seleção de reprodutores com melhores características. O sistema CEROS II (analisador de esperma altamente preciso), por exemplo, permite avaliações precisas de concentração espermática, motilidade, cinética espermática, morfologia e diluição para doses inseminantes.

Diante deste contexto, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a qualidade morfofisiológica do esperma de peixes nativos para a seleção de machos reprodutivos assim, contribuindo para o avanço do conhecimento científico na área.

MATERIAL E MÉTODOS

Estratégia de pesquisa

Esta revisão sistemática, foi realizada por meio de pesquisa documental nas produções acadêmicas indexadas às plataformas Google Scholar https://scholar.google.com.br/?hl=pt, Sciamago https://www.scimagojr.com/, Scielo https://www.scielo.br/scielo, Sci Hub https://sci-hub.se/ e Elsevier https://www.elsevier.com/pt-br. Uma busca foi realizada em repositórios institucionais de Universidades, sendo os trabalhos disponíveis em meios eletrônicos e de acesso público.

Critério de inclusão de estudos

No processo de busca nas plataformas citadas, foram utilizadas as palavras-chave "sêmen de peixe, peixes nativos, tambaqui, aquicultura", para identificação dos trabalhos sobre o tema. Foram considerados livros e capítulos de livro indexados, provenientes de editora vinculada a uma instituição de ensino superior e com equipe editorial consolidada. Além disso, os artigos considerados foram aqueles de revista com score Qualis no mínimo B2 em Ciências Ambientais, conforme verificação na Plataforma Sucupira Qualis https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf.

O método de busca Booleana, é um tipo de pesquisa que utiliza os operadores AND, OR e NOT na combinação de palavras-chave para adição, alternância ou negação entre os termos (XU et al., 2019). Os trabalhos encontrados na plataforma Catálogo de Teses e Dissertações da Capes foram transformados em informação apresentada em resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os estudos que atenderam os critérios de especificação da revisão sistemática da qualidade espermática de peixes nativos e identificação de machos para a seleção de matrizes. A organização dos estudos está sequenciada com o título, autor, revista e ano de publicação.

Tabela 1 – Lista dos trabalhos selecionados e considerados na pesquisa de qualidade morfofisiológica de esperma de peixes nativos.

Título	Autor(es)	Periódico ou instituição	Ano
Anuário de 2022 da Piscicultura	PEIXE BR,	Associação Brasileira da Piscicultura - Peixe BR	2024
Aquicultura no Brasil: passado, presente e futuro	VALENTI et al.,	Aquaculture Reports	2021
Influência da estação reprodutiva sobre a qualidade seminal de tambaqui e de pirapitinga	MACIEL et al.,	A pesquisa em ciências biológicas: desafios atuais e perspectivas futuras 2	2021
Caracterização do sêmen de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante período reprodutivo	LENZ et al.,	Revista de Ciências Agroveterinárias	2018
Efeito de crioprotetores na qualidade do sêmen de Tilápia-do-Nilo	CORRÊA,	Universidade de Brasília - UnB	2017
Caracterização do sêmen de neomachos de *Rhamdia quelen*	ROCHA,	Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC	2017
Caracterização e refrigeração de sêmen de *Prochilodus nigricans* da Baixada Maranhense	ALVES,	Universidade Estadual do Maranhão - UEMA	2016
Anormalidades morfológicas no sêmen in natura e pós-criopreservação de Tambaqui *Colossoma macropomum* (Curvier, 1818) (Characidae) em diferentes combinações de diluidores e crioprotetores	ZEMOR,	Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS	2011
Protocolo para Criopreservação do Sêmen de Tambaqui *(Colossoma macropomum)*	MARIA et al.,	Infoteca - Repositor de Informação Tecnológica da Embrapa	2011

Tambaqui

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um peixe tropical que prefere águas quentes, com temperaturas médias entre 25 e 34ºC, e seu habitat é caracterizado por águas

ricas em nutrientes e pela abundância de áreas alagadas. Sua dentição molariforme permite o consumo de uma ampla variedade de alimentos, incluindo sementes de árvores nativas, castanhas e frutos, que compõem sua dieta natural (KUBITZA, 2004). A alimentação do tambaqui varia de acordo com a estação do ano, indo de zooplâncton a frutos, folhas, galhos moles, além de invertebrados aquáticos ou terrestres que caem na água durante a estação das cheias (MORAIS et al., 2017).

A biologia reprodutiva do tambaqui é marcada por sua migração reprodutiva (espécie reofílica), com desova total e desenvolvimento ovocitário sincrônico. A fecundação dos ovócitos ocorre em meio externo, e a espécie não apresenta cuidado parental (VIEIRA et al., 1999). Em cativeiro, o tambaqui perde a capacidade de reprodução natural devido ao estresse causado pelo confinamento, sendo necessária a indução hormonal para a desova artificial. Neste sentido os estudos de Ponzi Junior (2003) e Muniz (2006) avaliam o efeito de indutores hormonais na capacidade reprodutiva da espécie.

Análise de sêmen e Criopreservação

A qualidade do sêmen é uma das principais características a ser observada no processo reprodutivo. Os espermatozoides permanecem imóveis e inativos dentro dos testículos (CARNEIRO, 2007), sendo ativados apenas ao entrarem em contato com a água. A coleta de sêmen deve ser realizada em meio seco e sem contaminação por água ou urina, para evitar que o sêmen seja ativado antes do congelamento, comprometendo sua viabilidade. Quando esta ativação acontece prematuramente, as amostras devem ser descartadas (VIVEIROS et al., 2009).

O armazenamento de sêmen pelo método de criopreservação pode minimizar o problema da baixa qualidade do material no final da estação reprodutiva, pois de acordo com Maciel et al., (2021), principalmente o tambaqui sofrem variação estacional tornando indispensáveis protocolos de armazenamento seguros para garantir a produção.

A criopreservação consiste na conservação de material biológico em nitrogênio líquido (N2L) a -196ºC. Nesse processo, as etapas de congelamento e descongelamento são as mais críticas (CARNEIRO; PEÑARANDA, 2009), sendo que a velocidade de mudança de temperatura é determinante para a manutenção da integridade celular. Entre as vantagens dos protocolos de criopreservação de sêmen está a redução do número de

machos reprodutores necessários para a produção de alevinos, permitindo maior foco nas fêmeas durante os preparativos para a desova (CARNEIRO, 2007).

Concentrações espermática

Na espécie tambaqui, Menezes et al., (2008) descreveram uma concentração espermática em torno de 35×10^9 espermatozoides/mL. Em contraste, Farias et al., (1999) encontraram concentrações médias de 6×10^6 espermatozoides/mL em peixes induzidos com GnRH a uma dosagem de 100 mg/kg de peso vivo. Na reprodução artificial, fatores como o volume de sêmen e a concentração de espermatozoides são informações essenciais para alcançar a fecundação ideal em cada espécie, possibilitando melhores taxas de fertilização (SANCHES et al., 2009) e promovendo o uso mais eficiente dos reprodutores.

Segundo Rurangwa et al., (2004), diversos fatores podem influenciar as taxas de fertilização, como o número de espermatozoides por ovócito, o tempo de contato entre os gametas e o protocolo de fertilização utilizado. O uso racional de reprodutores geneticamente selecionados na reprodução artificial, seja com sêmen fresco ou congelado (FOGLI et al., 1988), permite limitar o número de machos estocados na piscicultura intensiva, resultando em redução dos custos de produção.

Espermatócrito

Na metodologia, a câmara hematimétrica de Neubauer é a mais utilizada para a avaliação da concentração espermática de peixes por meio da contagem de espermatozoides (STREIT JUNIOR et al., 2003; WIRTZ et al., 2006). Diante disso, métodos alternativos, mais práticos e rápidos, com menor custo de materiais e equipamentos e que não exigem tratamento prévio do sêmen com diluidores ou fixadores, podem ser empregados, como a determinação da concentração espermática por meio do espermatócrito (RAKITIN et al., 1999; TVEDT et al., 2001).

Nesse método, o sêmen é centrifugado em microtubos capilares preenchidos com aproximadamente 70% de fluido seminal e vedados em uma das extremidades. Após a centrifugação, ocorre a separação do plasma seminal das células espermáticas e, através do acúmulo celular, é determinado o percentual de espermatozoides presente no sêmen utilizando um padrão gráfico (BORGES et al., 2005).

Morfologia espermática e Integridade da membrana

As qualidades do sêmen e dos espermatozoides podem ser avaliadas por meio de análises como volume seminal, concentração e cinética. Os métodos de avaliação da morfologia e da integridade da membrana plasmática dos espermatozoides têm como objetivo medir a má formação e as lesões que os espermatozoides sofrem após o processamento (MELO-MACIEL et al., 2012).

Motilidade espermática

A motilidade espermática é o principal parâmetro utilizado para avaliar a qualidade do sêmen de peixes (VIVEIROS et al., 2009). Geralmente, a motilidade espermática é estimada por meio da análise do sêmen entre lâmina e lamínula, enquanto as anormalidades espermáticas são avaliadas em esfregaços corados. A classificação da motilidade, determinada pela porcentagem de espermatozoides em movimento no campo de visão, é um método eficaz e prático (VIVEIROS et al., 2003).

Ambas as técnicas são realizadas com o uso de microscopia óptica (GALO et al., 2011). Tanto na pesquisa quanto no setor produtivo, a motilidade espermática é um fator-chave que permite determinar a qualidade e a capacidade de fertilização do sêmen (ALAVI et al., 2005).

Sistema de análise de sêmen

A análise de esperma assistida por computador (CASA) é uma técnica avançada que permite uma avaliação objetiva de diversas características celulares (VERSTEGEN, 2002). O sistema CEROS II® mede parâmetros como motilidade, que avalia a capacidade de movimento dos espermatozoides; velocidade, que verifica a rapidez com que se deslocam; e morfologia, que analisa a forma e estrutura dos espermatozoides, identificando anomalias que podem impactar a fertilidade. Essas informações são essenciais no diagnóstico de infertilidade e na seleção de espermatozoides para métodos de reprodução, oferecendo dados mais precisos e confiáveis.

Taxa de fertilidade

A análise seminal é necessária para determinar a qualidade e o potencial reprodutivo do sêmen. A avaliação da qualidade do esperma dos peixes não apenas melhorou os métodos de fertilização e a preservação dos gametas, mas também levou ao

desenvolvimento de novas técnicas, (CAVALCANTE, 2014), como a monitorização dos efeitos dos poluentes ambientais na fertilidade dos peixes.

Assim, a qualidade do sêmen é um dos fatores determinantes para o sucesso da fertilização dos ovócitos, assegurando a disponibilidade de espermatozoides de boa qualidade e em quantidade suficiente para uma dose inseminante mínima e uma taxa de fertilização máxima (LEITE et al., 2013).

CONCLUSÃO

A análise assistida por computador da qualidade morfofisiológica do esperma de peixes nativos é fundamental para o aprimoramento das práticas de reprodução artificial, para a sustentabilidade da aquicultura e seleção de machos como matrizes. Na reprodução artificial, características como volume do ejaculado, concentração espermática, aspecto do sêmen, motilidade espermática e taxa de fertilidade são significativamente importantes para o desempenho reprodutivo de espécies nativas e podem elevar as taxas de fertilização em cativeiro**.**

REFERÊNCIAS

ALAVI, S. M.; COSSON, J. Sperm motility in fishes. I. Effects of temperature and pH: a review. **Cell Biology Intnational**, v. 29, n. 2, p. 101-110, 2005.

ALVES, S. R. P. **Caracterização e refrigeração de sêmen de Prochilodus nigricans da Baixada Maranhense**. 2016. 55 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Aquáticos e Pesca) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2016.

BORGES, A.; SIQUEIRA, D. R.; JURINITZ, D. F.; ZANINI, R.; AMARAL, F.; GRILLO, M. L.; OBERST, E. R.; WASSERMANN, G. F. Biochemical composition of seminal plasma and annual variations in sêmen characteristics of jundiá Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, Pimelodidae). **Fish Physiology and Biochemistry,** v. 31, p. 45-53, 2005.

CABRITA, E.; SARASQUETE, C.; MARTÍNEZ-PÁRAMO, S.; V. ROBLES, V.; BEIRÃO, J.; PÉREZ-CEREZALES, S.; HERRÁEZ, M. P. Cryopreservation of fish sperm: applications and perspectives. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 26, p. 623–635, 2010.

CARNEIRO, P. C. F. Tecnologias de produção e armazenamento de sêmen de peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 3, p. 361-366, 2007.

CAVALCANTE, S. S. **Caracterização das subpopulações espermáticas do tambaqui e sua correlação com a fertilidade**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, 2014.

CORRÊA, M. B. **Efeito de crioprotetores na qualidade do sêmen de Tilápia-do-Nilo.** 2017. 34 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

FARIAS, J. O.; CARVALHO, M. A. M.; NUNES, J. F.; SALGUEIRO, C. C. M. Avaliação "in vitro" e "in vivo" do sêmen de Tambaqui, *Colossoma Macropomum*, conservado em água de coco**. Revista Científica de Produção Animal**, v. 1, p. 44-58, 1999.

FOGLI, W. S; KAVAMOTO, E. T.; RIGOLINO, M. G.; TABATA, Y. A. Fertilidade do sêmen de truta arco-íris, *Salmo irideus gibbons*, em diferentes concentrações de espermatozoides por óvulo**. Boletim do Instituto de Pesca**, v. 15, n. 1, p. 51-54, 1988

GALO, J. M.; STREIT JR, D. P.; SIROL, R. N.; RIBEIRO, R. P.; DIGMAYER, M.; ANDRADE, V. X. L.; EBERT, A. R. Spermatic abnormalities of piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849) after cryopreserva**tion. Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 3, p. 693-699, 2011.

KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu, e de outros peixes redondos. **Panorama da Aquicultura,** v. 14, n. 82, p. 27-39, 2004.

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.

LENZ, D. R.; VICTORIO, A. de M.; LIMA, M. C. C.; PRADO, T. F.; DE PAULA, F. G.; MEIRINHOS, M. L. G.; ARNHOLD, E. Caracterização do sêmen de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante período reprodutivo. **Revista de Ciências Agroveterinárias,** v. 17, n. 4, p. 603-607, 2018.

MACIEL, M, A. P. M.; VANDERLEY, C. S. B. S.; LEITE, J, S.; MACIEL, F. S. Influência da estação reprodutiva sobre a qualidade seminal de tambaqui e de pirapitinga. **A pesquisa em Ciências Biológicas.** Ponta Grossa: Atena Editora, v. 2, p. 72-83, 2021.

MARIA, A. N.; AZEVEDO, H. C.; CARNEIRO, P. C. F. Protocolo para criopreservação do sêmen de Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Comunicado Técnico 112**, Embrapa Tabuleiros Costeiros, p.8, 2011.

MELO-MACIEL, M. A. P.; SALMITO-VANDERLEY, C. S. B.; LEITE, L. V.; OLIVEIRA, C. E.; OLIVEIRA, M. S.; LOPES, J. T.; NUNES, J. F. Métodos de avaliação da qualidade do sêmen criopreservado de characiformes brasileiros. **Ciência Animal,** v. 22, n.1, p. 269-283, 2012.

MENEZES, J. T. B.; QUEIROZ, L. J.; DORIA, C. R. C.; MENEZES Jr., J. B. Avaliação espermática pós descongelamento em tambaqui*, Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). **Acta Amazônica**, v.38, p.365-368, 2008.

MORAIS, I. S.; O´SULLIVAN, F. L. A. Biologia, habitat e cultivo do tambaqui Colossoma macropomum (CUVIER, 1816). **Scientia Amazonia,** v. 6, n. 1, 81-93, 2017.

MUNIZ, J. A. S. M. **Influência do LHRH comum na ovulação induzida do tambaqui Colossoma macropomum (Cuvier) (Characiforme, Characidae), em diferentes fotoperíodos**. 48 f. 2006. Dissertação (Mestrado.em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura_ - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

OLIVEIRA, R. P. C.; SILVA, P. C.; PADUAS, D. M. C.; AGUIAR, A.; MAEDA, H.; MACHADO, N. P.; RODRIGUES, V.; SILVAS, R. H. Efeitos da densidade de estocagem sobre a qualidade da água na criação do tambaqui (Colossoma macropomum, Cuvier, 1818) durante a segunda alevinagem, em tanques fertilizados. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, p. 705-711, 2007.

PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário da PEIXE BR da Piscicultura -2024. Pinheiros, SP: **Peixe BR**, 2024.

PEÑARANDA, D. S.; PÉREZ, L.; GALLEGO, V.; JOVER, M.; ASTURIANO, J. F. Improvement of European ceel sperm cryopreservation method by preventing spermatozoa movement activation caused by cryoprotectants. **Cryobiology**, v.5 9, p. 119-126, 2009.

PONZI JUNIOR, M. 2003. **Otimização da taxa de fertilização e eclosão de larvas de tambaqui, Colossoma macropomum (Cuvier, 1816) sem instrumentos.** 23 f. 2003. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2003.

RAKITIN, A.; FERGUSON, M. M.; TRIPPEL, E. A. Spermatocrit and spermatozoa density in Atlantic cod Gadus morhua: correlation and variation during the spawning season. **Aquaculture,** v. 170, p.3 49-358, 1999.

RESENDE, E. K. Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil. Aquabrasil. **Revista Brasileira de Zootecnica,** v. 38, p. 52-57, 2009.

ROCHA, V. M. **Caracterização do sêmen de neomachos de Rhamdia quelen**. 2017. 77 p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

RURANGWA, E.; KIME, D.E.; OLLEVIER, F.; NASH JP. The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. **Aquaculture**, v..234, p. 1-28, 2004.

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,** 38: 2091-2098, 2009.

STREIT, J. D. P.; MORAES, G. V.; RIBEIRO, R. P.; CAÇADOR, W. C.; SAKAGUTI, E. S.; POVH, J. A.; SOUZA, E. D. Estudo comparativo da indução hormonal da espermiação em piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) com extrato de hipófise de frango, coelho e carpa. **Acta Scientiarum.Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 261-266, 2003.

TVEDT, H. B.; BENFEY, T. J.; MARTIN-ROBICHAUD, D. J.; POWER, J. The relationship between sperm density, spermatocrit, sperm motility and fertilization success in Atlantic halibut, hippoglossus hippoglossus. **Aquaculture,** v. 194, p. 191-200, 2001.

VALENTI, W. C.; BARROS, H. P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G. W.; CAVALLI, R. O. Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, v. 19, p. 100611, 2021.

VERSTEGEN, J.; IGUER OVADA, M.; ONCLIN, K**.** Computer assisted semen analyzer in Andrology research and veterinary practice**. Theriogenology**, v. 57, p. 149- 179, 2002.

VIEIRA, E. F.; ISAAC, C. V. J.; FABRÉ, N. N. Biologia reprodutiva do tambaqui, Colossoma macropomum Cuvier, 1818 (*Teleostei, Serrasalmidae*) no Baixo Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 29, n. 4, p. 625-638, 1999.

VIVEIROS, A. T. M.; GODINHO, H. P. Sperm quality and cryopreservation of Brazilian freshwater fish species: a review**. Fish Physiology and Biochemistry**, v. 35, p. 137-150, 2009.

VIVEIROS, A. T.; JATZKOWSKI, A.; KOMEN, J. Effects of oxytocin on semen release response in African catfish (*Clarias gariepinus*). **Theriogenology**, v. 59, n. 9, p. 1905-1917, 2003.

WIRTZ, S.; STEINMANN, P. Sperm characteristics in perch Perca fluviatilis L**. Journal of Fish Biology**, v. 68, p. 1896-1902, 2006

XU, P.; TANG, S.; XU, P.; WU, Q.; HU, H.; SUSILO, W. Practical multi-keyword and Boolean Search Over Encrypted E-mail in Cloud Server. **IEEE Transactions on Services Computing**, v. 14, n. 6, p. 1877-1889, 2021.

ZEMOR, J. C. **Anormalidades morfológicas no sêmen in natura e pós-criopreservação de Tambaqui *Colossoma macropomum* (Curvier, 1818) (Characidae) em diferentes combinações de diluidores e crioprotetores.** 2011. 39 p. Trabalhos de Conclusão de Curso (Graduação em Biologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Santa Catarina, 2011.