



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA
CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA

Adriano Faria Palmieri

Adaptação e desempenho zootécnico da Miragaia (*Pogonias courbina*) em
sistema de recirculação e de fluxo contínuo

Florianópolis
2025

Adriano Faria Palmieri

Adaptação e desempenho zootécnico da Miragaia (*Pogonias courbina*) em tanques de recirculação e de fluxo contínuo.

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao curso de Engenharia de Aquicultura
do Centro de Ciências Agrárias da Universidade
Federal de Santa Catarina como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Aquicultura.

Orientador(a): Prof.(a) Aline Brum
Figueredo
Ruschel

Florianópolis
2025

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC. Dados inseridos pelo próprio autor.

Palmieri, Adriano

Adaptação e desempenho zootécnico da Miragaia (Pogonias courbina) em tanques de recirculação e de fluxo contínuo. / Adriano Palmieri ; orientadora, Aline Ruschel, coorientador, Caio Magnotti, 2025.

53 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Engenharia de Aquicultura, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Engenharia de Aquicultura. 2. Aquicultura. 3. Piscicultura Marinha. 4. Pogonias Courbina. I. Ruschel, Aline. II. Magnotti, Caio. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Aquicultura. IV. Título.

Adriano Faria Palmieri

Adaptação e desempenho zootécnico da Miragaia (*Pogonias courbina*) em tanques de recirculação e de fluxo contínuo.

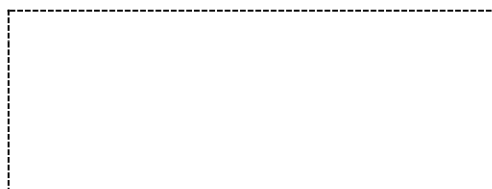
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em engenharia de aquicultura e aprovado em sua forma final pelo Curso Engenharia de Aquicultura.

Florianópolis, 20 de dezembro de 2025.

Coordenação do Curso

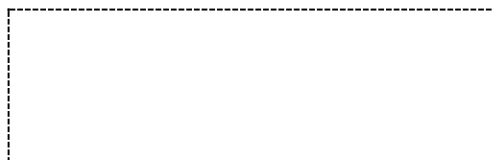
Banca examinadora

—
Profa. Aline Brum Figueredo, Dra.
Orientadora



Prof. Dr. Robson Andrade
Rodrigues

Universidade Federal de Santa Catarina



Eng. Ulysses da Silva Palma,
Msc.

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2025.

Agradeço a todos os seres de luz que
ajudaram a iluminar esta jornada, em
especial a minha família de sangue e de
coração.

“Igual a todo brasileiro, eu sou
guerreiro

Às vezes caio, mas eu me levanto, é
parceiro, mas eu me levanto”

Marcelo Maldonado Gomes Peixoto

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico, a adaptação fisiológica e a resposta reprodutiva de juvenis de *Pogonias courbina* mantidos em sistema de recirculação de água (RAS) e fluxo contínuo. Foram utilizados dois lotes, diferenciados pelo tempo de entrada no cultivo, sendo acompanhados de agosto de 2024 a abril de 2025. Foram monitorados e feito biometria obtendo resultados como parâmetros de crescimento, biomassa, conversão alimentar (TCA), e índices como índice de condição – K, hepatossomático – IHS e gonadossomático – IGS, além da composição corporal e desenvolvimento das gônadas. As temperaturas médias (24–27 °C) e os níveis de oxigênio dissolvido (4,65–6,23 mg/L) permaneceram dentro dos padrões possivelmente adequados, favorecendo o crescimento. O lote com maior biomassa inicial apresentou melhor desempenho zootécnico, com menor TCA e maior K. O rendimento médio de filé foi 40,2%, sendo as fêmeas associadas a maiores IHS e IGS, refletindo demandas fisiológicas da maturação gonadal. Os machos apresentaram maior estabilidade nos índices e melhor rendimento de filé. A indução hormonal fora da época reprodutiva foi bem-sucedida, demonstrando plasticidade reprodutiva. A substituição parcial de proteína animal por ingredientes vegetais na dieta, a partir de janeiro, não comprometeu o desempenho produtivo, indicando viabilidade nutricional. Este trabalho gera informações de base sobre crescimento, desenvolvimento fisiológico e reprodução da espécie, sendo essencial para subsidiar pesquisas futuras focadas no aprimoramento de dietas, métodos reprodutivos e avaliação de desempenho em diferentes sistemas, contribuindo para o avanço sustentável da piscicultura marinha nacional.

Palavras-chave: Aquicultura Sustentável; Adaptação fisiológica; Desempenho de crescimento; Piscicultura marinha.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the zootechnical performance, physiological adaptation, and reproductive response of *Pogonias courbina* juveniles reared in a recirculating aquaculture system (RAS). Two batches, differing in their entry time into the system, were monitored from August 2024 to April 2025. Parameters such as growth, biomass, feed conversion ratio (FCR), biometrics, and body indices (condition factor – K, hepatosomatic index – HSI, and gonadosomatic index – GSI) were analyzed, along with body composition and gonadal development. Water temperature (24–27 °C) and dissolved oxygen levels (4.65–6.23 mg/L) remained within appropriate ranges, favoring growth. The batch with higher initial biomass showed better zootechnical performance, with lower FCR and higher K. The average fillet yield was 40.2%, with females presenting higher HSI and GSI values due to physiological demands related to gonadal development, while males showed more stable indices and higher fillet yields. Hormonal induction outside the natural reproductive season was successful, demonstrating reproductive plasticity. The partial replacement of animal protein with plant-based ingredients in the diet from January onwards did not compromise growth performance, indicating nutritional viability. This study provides essential baseline information on growth, physiological development, and reproduction of the species, serving as support for future research aimed at improving diets, reproductive methods, and performance evaluation in different cultivation systems, contributing to the sustainable development of marine aquaculture in Brazil.

Keywords: Growth performance; Marine fish farming; Physiological adaptation; Sustainable aquaculture.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	AQUICULTURA SUSTENTÁVEL E CONSERVAÇÃO DE <i>Pogonias courbina</i> NA DÉCADA DO OCEANO.....	18
1.2	PISCICULTURA MARINHA.....	20
1.3	MIRAGAIA, MIRAGUAIA, BORRIQUETE (<i>Pogonias courbina</i>).....	22
1.3.1	Tolerância ambiental e uso de habitat.....	22
1.3.2	Estoque e capturas.....	22
1.3.3	Fatores de sobreexploração.....	23
1.3.4	Potencial para Aquicultura.....	23
1.4	SISTEMA DE FLUXO CONTINUO.....	24
1.5	SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO AQUÍCOLA (RAS).....	24
2	OBJETIVO GERAL.....	25
2.1	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1	LOCAL E PERÍODO DO ESTUDO.....	26
3.2	ESPÉCIE ESTUDADA, PROCEDÊNCIA E TRANSPORTE.....	26
3.3	ORGANIZAÇÃO DOS LOTES, ACLIMATAÇÃO E SISTEMA DE CULTIVO	27
3.4	UNIFICAÇÃO DOS LOTES E FASE FINAL DE CULTIVO.....	28
3.5	ALIMENTAÇÃO E PREPARO DA DIETA.....	28
3.6	COLETAS BIOLÓGICAS E BIOMETRIA.....	29
3.7	PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS AVALIADOS.....	30
3.7.1	Análise da composição corporal.....	31
3.8	AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO REPRODUTIVA.....	32
3.8.1	Canulação.....	32
3.8.2	Indução hormonal.....	32

3.9	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	32
4	RESULTADOS	33
4.1	QUALIDADE DA ÁGUA.....	33
4.2	PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS	36
4.2.1	Comprimento e Peso Corporal.....	36
4.2.2	Biomassa	37
4.2.3	Índices Calculados	37
4.2.3.1	Índice de Condição (K)	37
4.2.3.2	Consumo de Ração	37
4.2.3.3	Taxa de Conversão Alimentar (TCA)	38
4.3	LINHA DO TEMPO DO CRESCIMENTO	38
4.4	MATURAÇÃO GONADAL E REPRODUÇÃO	40
4.4.1	Canulação.....	40
4.4.2	Reprodução em cativeiro	40
4.5	COLETA DE ÓRGÃOS.....	41
4.5.1	Análise da composição corporal	41
4.5.1.1	Alto rendimento de filé	41
4.5.1.2	Peso de vísceras	42
4.5.1.3	Fígado e gônadas.....	42
4.5.1.4	Outros componentes da biomassa corporal	42
4.5.2	Variação individual dos índices por lote	43
4.5.2.1	Peixes Lote 2 (verde)	43
4.5.2.2	Peixes lote rosa.....	44
4.5.3	Comparação Entre os Índices Zootécnicos.....	44
4.5.4	Influência do Sexo: Um Fator Determinante	47
5	DISCUSSÃO.....	48
6	CONCLUSÃO	50

REFERÊNCIAS51

1 INTRODUÇÃO

1.1 AQUICULTURA SUSTENTÁVEL E CONSERVAÇÃO DE *Pogonias courbina* NA DÉCADA DO OCEANO

A espécie *Pogonias courbina*, conhecida popularmente como miraguaia ou corvina-negra, é um peixe marinho nativo do Atlântico Sudoeste, com distribuição que se estende do litoral do Rio de Janeiro até o sul da Argentina. Trata-se do maior representante da família Sciaenidae no Hemisfério Sul, podendo atingir até 170 cm de comprimento total e pesar mais de 60 kg (Azpelicueta *et al.*, 2019). Contudo, a sobrepesca, a degradação dos habitats estuarinos e a ausência de políticas de manejo adequadas resultaram em acentuado declínio populacional, levando a espécie a ser classificada como vulnerável (VU) na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas (ICMBio, 2023).

A *P. courbina* depende fortemente de ambientes estuarinos para seu ciclo de vida. Juvenis e adultos utilizam essas regiões costeiras como zonas de reprodução, crescimento e alimentação. Estudos indicam que juvenis e adultos podem ser encontrados durante todo o ano em zonas estuarinas, com predominância de adultos no período reprodutivo. Essas áreas funcionam como locais de desova e berçários naturais, dos quais os juvenis migram para áreas marinhas após atingirem a maturidade sexual (Militelli *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, a aquicultura surge como alternativa estratégica para auxiliar na recuperação de estoques naturais e garantir a conservação de *P. courbina*, ao mesmo tempo em que promove o uso sustentável de recursos pesqueiros nativos. O cultivo controlado da espécie pode reduzir a pressão sobre os estoques selvagens, além de agregar valor à biodiversidade marinha brasileira por meio do desenvolvimento de uma cadeia produtiva sustentável.

A preocupação com a conservação marinha e o uso racional dos recursos aquáticos está fortemente alinhada aos objetivos da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030), proclamada pela ONU. Esta iniciativa global propõe ações integradas voltadas à proteção dos oceanos, impulsionando a pesquisa científica e soluções tecnológicas que garantam segurança alimentar, saúde ambiental e sustentabilidade econômica (ONU, 2023).

A demanda mundial por pescado aumentou de forma expressiva nas últimas décadas. O consumo per capita era de 9,1 kg em 1961 e atingiu 20,6 kg em 2021 (FAO, 2024). Para atender essa demanda de maneira sustentável, a aquicultura tem se consolidado como o principal motor de crescimento da produção de pescado no mundo. Em 2022, foram produzidas 185 milhões de toneladas de organismos aquáticos (peso vivo), das quais 51% (94 milhões de toneladas) vieram da aquicultura, superando pela primeira vez a pesca extrativa (49% – 91 milhões de toneladas) (FAO, 2024). Quando observadas separadamente, as águas continentais foram responsáveis por 38% da produção (70 milhões de toneladas), com predominância da aquicultura (84%), enquanto os ambientes marinhos representaram 62% (115 milhões de toneladas), com a pesca ainda predominante (69%) e a aquicultura em crescimento (31%) (FAO, 2024).

Com base nos princípios do desenvolvimento sustentável propostos pelo Relatório *Brundtland* (ONU, 1987), a aquicultura deve ser planejada de forma a garantir produtividade sem comprometer a integridade ambiental e os recursos para as futuras gerações. Nesse contexto, os ambientes costeiros — como estuários e lagoas, onde *P. courbina* naturalmente ocorre — são ecossistemas críticos, sustentando processos ecológicos fundamentais à manutenção da biodiversidade marinha.

Dentre as estratégias mais promissoras para aliar conservação e produção sustentável, destaca-se a Aquicultura Multitrófica Integrada (IMTA). Essa abordagem consiste no cultivo conjunto de espécies de diferentes níveis tróficos — como peixes, bivalves e macroalgas — permitindo a reciclagem de nutrientes, a biofiltração dos resíduos e a melhora da qualidade da água, com menor impacto ambiental (Nederlof *et al.*, 2022). A aplicação da IMTA ao cultivo de espécies nativas ameaçadas, como *Pogonias courbina*, representa um caminho sinérgico entre produção aquícola, recuperação de populações naturais e manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Assim, a criação sustentável de *P. courbina* representa não apenas uma oportunidade de diversificação da piscicultura marinha no Brasil, mas também um modelo de integração entre conservação, ciência e inovação tecnológica, em plena sintonia com os objetivos da Década do Oceano e com as diretrizes globais para um futuro mais resiliente e sustentável.

1.2 PISCICULTURA MARINHA

A piscicultura marinha é a criação de espécies marinhas em ambientes controlados, com o objetivo de aumentar a produção de peixes e aliviar a pressão sobre os estoques naturais, em 2022 a piscicultura marinha mundial produziu cerca de 9,5 milhões de toneladas, gerando aproximadamente US\$ 32,7 bilhões (FAO, 2024). Apesar de representar uma fração menor da aquicultura global, o setor possui alto valor agregado, devido ao cultivo de espécies como salmões, robalos, linguados, seriolas e pargos. A produção concentra-se principalmente na Ásia como Vietnã e China, além de países como Noruega, Chile, Canadá, Austrália e Espanha. O crescimento do setor é impulsionado pela demanda global e pelo uso de tecnologias sustentáveis, com projeções de expansão nas próximas décadas (FAO, 2024).

Neste cenário, o Brasil tem grande potencial para desenvolver a piscicultura marinha, graças ao seu clima favorável, abundância de recursos hídricos, diversidade de ecossistemas costeiros e várias espécies de peixes com potencial para cultivo (Barroso; Poersch; Cavalli, 2007). No país, a aquicultura marinha ainda é predominantemente representada pela carcinicultura, voltada à criação de camarões, e pela produção de moluscos bivalves. Em contrapartida, a piscicultura marinha permanece em estágio incipiente, sem registros oficiais de produção comercial consolidados até o momento (FAO, 2024). O setor enfrenta desafios como falta de alevinos, altos custos e burocracia, mas apresenta grande potencial de expansão devido à extensa costa brasileira e à crescente demanda por pescado (Nascimento *et al.*, 2022). A piscicultura marinha ainda não se consolidou como atividade produtiva em larga escala em território nacional, estando restrita, majoritariamente, a instituições de pesquisa como o Laboratório de piscicultura marinha da UFSC e as pequenas iniciativas da iniciativa privada. A piscicultura marinha brasileira é um setor em desenvolvimento, com avanços relacionados à adoção de tecnologias offshore, melhorias no licenciamento ambiental e investimentos em pesquisa, as principais espécies cultivadas são beijupirá, pargo e cioba (EMBRAPA, 2022).

A família Sciaenidae, que inclui espécies como pescadas e corvinas, é altamente valorizada comercialmente e possui grande potencial para a aquicultura, graças à sua demanda no mercado e facilidade de adaptação aos sistemas de cultivo. (Chacón-Guzmán *et al.*, 2021) Globalmente, a aquicultura dessas espécies tem apresentado crescimento moderado, com países como China, Estados Unidos e Brasil se destacando pela aceitação dos consumidores e pelo valor econômico gerado (FAO, 2024). A família Sciaenidae, que inclui espécies como pescadas e corvinas, possui grande importância comercial e tem se destacado na aquicultura pelo bom desempenho em sistemas de cultivo, boa aceitação no mercado e facilidade de adaptação às condições controladas (Chacón-Guzmán *et al.*, 2021). Dentre os representantes desse grupo, destaca-se *Pogonias cromis*, conhecida como black drum, espécie amplamente cultivada na América do Norte e reconhecida por sua dependência de estuários como áreas de crescimento e abrigo para juvenis (McIVOR; ODUM, 1988). *P. cromis* é biologicamente semelhante a *Pogonias courbina*, compartilhando características como alimentação bentônica, alta fecundidade, crescimento moderado e longevidade (MURPHY; TAYLOR, 1989). No contexto brasileiro, a criação de pescadas, especialmente as espécies *Macrodon ancylodon* e *Cynoscion acoupa*, tem avançado principalmente em tanques-rede, promovendo um desenvolvimento gradual e relevante para a economia das regiões costeiras, entretanto, a produção ainda não está consolidada em escala comercial (EMBRAPA., 2022). Porém, ainda não há uma produção consolidada em escala comercial. Dentre as espécies nativas de peixes marinhos com potencial para piscicultura, destaca-se a miragaia *Pogonias courbina* (Figura 1).

Figura 1 – Indivíduo adulto da espécie *Pogonias courbina*



Fonte: Equipe LAPMAR

1.3 MIRAGAIA, MIRAGUAIA, BORRIQUETE (*Pogonias courbina*)

1.3.1 Tolerância ambiental e uso de habitat

Parecida com outras espécies estuarinas, tolera grandes variações de salinidade e temperatura, habitando baías e lagoas costeiras do Atlântico Ocidental (Santos & Velasco, 2021; Almeida *et al.*, 2021). Tanto jovens quanto adultos permanecem nos estuários durante todo o ano, porém a concentração de adultos é maior no período reprodutivo, que ocorre entre outubro e março no sul do Brasil. Isso indica que esses ambientes funcionam como berçário e área de desova (Santos *et al.*, 2016). No estuário do Rio da prata, observa-se segregação espacial por sexo durante a desova (Macchi *et al.*, 2002). Após a reprodução, os juvenis migram para áreas costeiras marinhas ao atingirem a maturidade sexual (Haimovici *et al.*, 2006; Haimovici & Cardoso, 2017).

1.3.2 Estoque e capturas.

A *Pogonias courbina* é considerada o cienídeo mais ameaçado do Atlântico Sudoeste e está classificada como “em perigo” no Brasil (Haimovici *et al.*, 2020; MMA, 2014). Os dados de desembarque indicam um declínio acentuado, de 1.450 toneladas em 1977 para apenas 2 toneladas em 2011, na região sul do país (Chao *et al.*, 2015). Historicamente, as maiores capturas ocorreram na Lagoa dos Patos (RS) e em Santa Catarina, porém o Rio de Janeiro também apresentou volumes expressivos, com 11.143 toneladas em 2011–12 e 10.986 toneladas em 2017 (FIPERJ, 2013; 2022).

Entre 2013 e 2014, a Lagoa dos Patos (SP) registrou 10,6 toneladas, com peixes variando entre 27,6 e 62,4 cm (Santos *et al.*, 2016).

Monitoramentos recentes nas regiões de Saquarema e Araruama (RJ) indicam a captura de 1,4 tonelada entre maio e agosto de 2020 em Saquarema, e 389 toneladas em Araruama entre maio de 2019 e dezembro de 2020. Muitos dos peixes capturados tinham tamanhos entre 12,5 e 60 cm, sendo que grande parte ainda não havia atingido a maturidade sexual (Tubino *et al.*, 2021; Almeida *et al.*, 2021).

1.3.3 Fatores de sobreexploração

A degradação dos estoques de *Pogonias courbina* e a sobrepesca dessa espécie estão associados principalmente ao uso de redes com malhas menores do que as regulamentadas, além do não cumprimento dos períodos de defeso. Essas práticas comprometem a proteção durante a fase reprodutiva, reduzindo a eficácia das áreas destinadas à conservação da espécie (Velasco *et al.*, 2007; Haimovici & Cardoso, 2017).

1.3.4 Potencial para Aquicultura.

Conhecida por ser uma espécie de elevado valor comercial, é amplamente apreciada pela qualidade de sua carne e pelo excelente rendimento de filé (Haimovici *et al.*, 2020). Seu perfil biológico apresenta características que a tornam altamente promissora para a aquicultura, destacando-se pelo crescimento rápido, boa aceitação alimentar, adaptação a sistemas de cultivo e viabilidade reprodutiva em cativeiro (Benato *et al.*, 2023). Além do potencial econômico, seu cultivo se alinha a práticas sustentáveis, pois contribui diretamente para a conservação da espécie, atualmente classificada como vulnerável devido à forte pressão de sobrepesca e degradação ambiental (Haimovici; Cardoso, 2016; Haimovici *et al.*, 2020). Dessa forma, a inserção da miraguaia na piscicultura marinha representa uma oportunidade estratégica para diversificação da produção, geração de renda e redução da pressão sobre os estoques naturais.

Apesar de seu alto potencial produtivo e ambiental, o cultivo de *P. courbina* ainda é considerado em estágio experimental no Brasil, com desafios relacionados à sensibilidade da espécie a variações nos parâmetros ambientais, especialmente temperatura e salinidade. Para garantir as

condições ideais, faz-se necessário o uso de sistemas avançados, como os de recirculação de água (RAS), que permitem controle rigoroso da qualidade da água e maior biossegurança. (Monsees *et al.*, 2017) Contudo, esses sistemas exigem elevado investimento de capital, gestão complexa de água e trabalho especializado, além de custos operacionais, particularmente em energia, infraestruturas e mão de obra qualificada (Nilav *et al.*, 2020). Superar esses entraves é essencial para que o cultivo de Miragaia se estabeleça como uma atividade economicamente viável e ambientalmente sustentável.

1.4 SISTEMA DE FLUXO CONTINUO

Na aquicultura, diferentes sistemas de cultivo podem ser adotados conforme os objetivos de produção, a disponibilidade hídrica e as condições ambientais locais. O sistema de fluxo contínuo é amplamente utilizado pela sua simplicidade operacional e baseia-se na renovação constante da água nos tanques, favorecendo a manutenção de parâmetros como oxigênio dissolvido, temperatura e remoção de resíduos (Tavares-Dias e Martins, 2017). No entanto, esse sistema apresenta alta demanda hídrica e pode gerar impactos ambientais relevantes quando os efluentes não passam por tratamento adequado (Melo *et al.*, 2020). Uma alternativa sustentável para mitigar esses impactos é a utilização de macrófitas aquáticas flutuantes, que atuam na absorção de nutrientes e na redução da carga orgânica, sendo eficazes como etapa complementar ao tratamento de efluentes aquícolas (Henry-Silva e Camargo, 2008).

1.5 SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO AQUÍCOLA (RAS)

O Sistema de Recirculação Aquícola (RAS) é uma tecnologia utilizada na aquicultura que permite o cultivo de organismos aquáticos em ambientes controlados, com tratamento e reutilização contínua da água, reduzindo significativamente o consumo hídrico e os impactos ambientais (Meitei *et al.*, 2023)

Os sistemas de recirculação aquícola (RAS) têm se destacado na aquicultura por oferecerem maior controle sobre fatores essenciais da produção, como qualidade da água, alimentação, crescimento dos peixes e

custos operacionais (Gupta *et al.*, 2024). Esses sistemas permitem criar peixes em altas densidades e usar até 99% menos água do que os métodos tradicionais. O RAS é composto por tanques de cultivo, filtros mecânicos e biológicos, bombas, aeradores ou difusores de oxigênio, além de tubulações que fazem a água circular continuamente (Kubitza, 2014). Essa estrutura mantém a água limpa e reutilizável dentro do próprio sistema. Um dos principais benefícios do RAS é a melhoria na qualidade da água, com redução de resíduos e aproveitamento dos nutrientes. Isso ocorre graças a bactérias nitrificantes, como *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, que vivem no biofiltro e transformam compostos tóxicos como a amônia em substâncias menos prejudiciais. Esse processo é essencial para evitar intoxicações e garantir o bom desempenho dos peixes (Ferri; Rocha; Braz Filho, 2018).

Além de economizar água, o RAS reduz o impacto ambiental da aquicultura ao diminuir o volume de efluentes descartados na natureza (Monsees *et al.*, 2017). Outro ponto positivo é a possibilidade de diversificar a produção, integrando diferentes espécies ou produtos com valor comercial, como em sistemas de aquicultura multitrófica (Meitei *et al.*, 2023).

Diante desse cenário, este estudo buscou avaliar o desempenho zootécnico e a adaptação de juvenis de *Pogonias courbina* capturados em viveiros de cultivo, quando mantidos em sistema de recirculação de água (RAS), visando gerar informações que contribuam para o desenvolvimento de práticas produtivas mais eficientes e para o avanço da piscicultura marinha no Brasil.

2 OBJETIVO GERAL

Descrever o processo de captura, aclimação e manutenção de *Pogonias courbina* em sistemas de recirculação e fluxo contínuo, com base no acompanhamento de parâmetros fisiológicos, zootécnicos e reprodutivos.

2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO

Analisar o crescimento, o ganho de biomassa e a conversão alimentar dos juvenis ao longo do cultivo em sistema RAS;

Avaliar parâmetros biométricos e índices corporais (índice de condição, hepatossomático e gonadossomático), correlacionando-os ao sexo e ao estado fisiológico dos animais;

Realizar a análise do desenvolvimento gonadal e avaliar a resposta dos animais à indução hormonal fora do período reprodutivo natural;

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E PERÍODO DO ESTUDO

O experimento foi conduzido no Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR), pertencente ao Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizado em Florianópolis, Santa Catarina, Brasil (aproximadamente 27°36'S, 48°31'W), conforme demonstra a figura 2. O acompanhamento dos indivíduos de *Pogonias courbina* foi realizado entre agosto de 2024 e abril de 2025, totalizando 253 dias. As atividades experimentais ocorreram em ambiente fechado, com controle parcial de luminosidade e temperatura ambiente monitorada, embora não climatizada.

Figura 2 - Imagem aérea do local de estudo



Fonte: Google Maps

3.2 ESPÉCIE ESTUDADA, PROCEDÊNCIA E TRANSPORTE

Foram utilizados 36 juvenis de *Pogonias courbina* (miragaia ou borriquete). Os exemplares foram capturados durante o esvaziamento dos viveiros de uma fazenda marinha localizada no município de Laguna (SC), Brasil, sob autorização do

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), por meio da licença SISBIO nº 84521-5.

A captura foi realizada manualmente, sem utilização de redes, aproveitando o ingresso dos peixes nos canais de adução dos tanques durante o esvaziamento das estruturas. A biometria inicial, realizada na própria fazenda, indicou peso médio de $170,3 \pm 45,2$ g e comprimento total médio de $23,1 \pm 2,8$ cm.

Após jejum de 24 horas, os peixes foram transportados em tanques com aeração contínua de ar atmosférico, com duração inferior a duas horas de transporte. A temperatura da água foi mantida entre 22 e 24 °C, utilizando-se gelo condicionado e ventilação passiva para manter a temperatura. Não foram adicionados sedativos ou sal à água, mantendo o transporte sem qualquer intervenção química.

3.3 ORGANIZAÇÃO DOS LOTES, ACLIMATAÇÃO E SISTEMA DE CULTIVO

O experimento foi estruturado em dois lotes distintos, de acordo com o período de captura dos animais. Os animais foram identificados com marcadores do tipo “*pittag*” só quando foram unidos no tanque de 40 m³ em dezembro, tendo sido divididos em dois lotes com diferentes cores de marcação: rosa e verde. O “lote rosa”, composto por 26 peixes, foi capturado em agosto de 2024, enquanto o “lote verde”, composto por 10 peixes, foram capturados e incorporados ao experimento em outubro de 2024.

Após o transporte, ambos os lotes passaram por um período inicial de 10 dias de aclimação, realizado em tanques circulares de lona com volume útil de 10 m³, operando em sistema de fluxo contínuo, com taxa de renovação de 300% ao dia. Durante esse período, os parâmetros de qualidade da água foram mantidos dentro de padrões adequados, com médias de $24,3 \pm 1,1$ °C para temperatura, $30 \pm 2\%$ para salinidade, $7,9 \pm 0,3$ para pH e oxigênio dissolvido acima de 6 mg/L.

A alimentação dos peixes durante a aclimação foi realizada inicialmente com peixe fresco picado, seguido pela introdução gradual de uma ração úmida formulada no próprio laboratório. Não foram utilizados medicamentos, antibióticos, probióticos ou antiparasitários durante esse período. A dieta foi oferecida *ad libitum*, uma vez ao dia, conforme o comportamento alimentar dos animais.

Após a aclimação, o lote rosa foi transferido para um Sistema de Recirculação de Água (RAS), composto por tanque de 10 m³, *sump*, filtro de areia pressurizado, fracionador de espuma de grande porte e sistema de aeração por

mangueiras microporosas conectadas à soprador de ar atmosférico. Esse sistema operou com fotoperíodo natural, variando conforme as estações do ano, mantendo os seguintes parâmetros médios de água: $25,1 \pm 0,9$ °C de temperatura, $30 \pm 1,5\%$ de salinidade e oxigênio dissolvido de $6,3 \pm 0,5$ mg/L.

Enquanto isso, o Lote Verde permaneceu em tanque de fluxo contínuo (10 m^3) até dezembro de 2024, sob as mesmas condições físico-químicas da água e de manejo adotadas durante o período de aclimação.

A temperatura da água e o oxigênio dissolvido foram monitorados diariamente com oxímetro digital portátil.

3.4 UNIFICAÇÃO DOS LOTES E FASE FINAL DE CULTIVO

Em dezembro de 2024, os lotes Rosa e Verde foram unificados em um único tanque de 40 m^3 , operando em sistema de recirculação de água (RAS). Este sistema foi composto por sump, filtro de areia pressurizado, fracionador de espuma de grande porte e sistema de aeração utilizando mangueiras microporosas conectadas à soprador de ar atmosférico.

A partir da unificação, todo o cultivo passou a ser conduzido em RAS, com controle rigoroso dos parâmetros físico-químicos da água, além de acompanhamento sistemático dos indicadores zootécnicos dos animais, mantendo as mesmas condições de manejo, alimentação e fotoperíodo natural, que variou conforme as estações do ano.

3.5 ALIMENTAÇÃO E PREPARO DA DIETA

A dieta foi preparada no laboratório, utilizando peixe e lula *in natura* moídos, farinha de peixe, ração comercial farelada e suplemento polivitamínico. A mistura foi peletizada, armazenada sob congelamento a -18 °C e descongelada 24 h antes do fornecimento, (Figura 3). A frequência de preparo era semanal. A ração foi ofertada uma vez ao dia, ad libitum, com quantidades ajustadas baseadas no comportamento alimentar. O consumo alimentar não foi estimado diretamente. A densidade de estocagem variou entre os lotes, sendo estimada com base nas biometrias mensais.

As rações foram formuladas e preparadas no próprio laboratório com cerca de 40% de umidade. A composição foi ajustada no meio do experimento:

Figura 2 - Composição da ração durante o período experimental

Ingredientes	Agosto a dezembro (%)	Janeiro a abril (%)
Farelo de ração	59	69
Farinha de peixe	15	20
Filé de peixe in natura	10	5
Lula in natura	15	5
Prémix	1	1
Proteína Total Aprox.	55	49

Fonte: Autor

Figura 3 - Manejo de ração em várias etapas, iniciando com a mistura entre os ingredientes, armazenamento dos mesmos até a sua peletização demonstrada na imagem a direita.



Fonte: Autor

3.6 COLETAS BIOLÓGICAS E BIOMETRIA

Mensalmente, os peixes eram capturados com puçás e transferidos para sacos plásticos (60 L) contendo água do sistema e transportados até uma caixa de PVC com solução de eugenol (50 mg/L). Após anestesia, os indivíduos eram pesados em balança digital de precisão e medidos com régua milimetrada. A maturação sexual era avaliada por inspeção abdominal e canulação (quando possível). Temperatura e OD eram aferidos com oxímetro portátil. Coletas de sangue, órgãos (gônadas e fígado) e filé foram realizadas ao final do experimento em 10 indivíduos selecionados, para análises fisiológicas e reprodutivas, assim demonstrados na figura 4. As amostras foram armazenadas conforme protocolo específico de cada análise (ex: criopreservação, fixação em formol ou congelamento a -80 °C).

Figura 4 - Coleta do filé , separação de alguns órgãos (fígado, vísceras gônadas) e armazenados adequadamente a vácuo.



Fonte: Equipe LAPMAR

3.7 PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS AVALIADOS

Os seguintes indicadores de desempenho foram calculados com base nas biometrias:

- Ganho de peso (GP):

$$GP = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

Expressa o incremento absoluto de peso (em gramas) durante o período experimental.

- Taxa de crescimento específico (TCE):

$$TCE = [(\ln \text{Peso final} - \ln \text{Peso inicial}) \div \text{número de dias}] \times 100$$

Indica a taxa percentual de crescimento diário dos animais, considerando a relação logarítmica entre peso inicial e peso final.

- Conversão alimentar (CA):

$$CA = \text{Ração consumida (g)} \div \text{Ganho de peso (g)}$$

Indica a quantidade de ração necessária para cada grama de peso ganho.

- Eficiência alimentar (EA):

$$EA = [\text{Ganho de peso (g)} \div \text{Ração consumida (g)}] \times 100$$

Reflete a eficiência no aproveitamento do alimento, expressando o percentual da ração convertido em biomassa.

O Fator de Condição (K) foi calculado segundo a fórmula descrita por Le Cren (1951), amplamente utilizada para avaliar o estado corporal e o bem-estar dos peixes, sendo expressa da seguinte forma: $K = 100 \times (P / C^3)$

Onde:

- K = Fator de condição (adimensional);
- P = Peso corporal do peixe (gramas);
- C = Comprimento total (centímetros).

3.7.1 Análise da composição corporal

A composição corporal dos peixes foi avaliada com base na análise de dez indivíduos apenas na coleta dos órgãos em fevereiro. Após aprofundamento anestésico em eugenol (75 mg/L), estes indivíduos foram eutanasiados por secção medular e foram separados os órgãos e tecidos para análise. Foram determinados os pesos absolutos dos principais componentes corporais, incluindo filé, fígado, gônadas, vísceras e demais resíduos (carcaça, cabeça e pele). Os valores obtidos foram expressos tanto em gramas quanto em porcentagem relativa ao peso corporal total médio dos indivíduos. As informações foram utilizadas para gerar a representação gráfica da distribuição proporcional dos componentes corporais, auxiliando na caracterização morfológica e no cálculo dos índices corporais dos peixes.

As fórmulas aplicadas foram:

$$IGS = (P \text{ (gônada)} / P \text{ (corporal)}) \times 100$$

$$IHS = (P \text{ (fígado)} / P \text{ (corporal)}) \times 100$$

Onde:

IGS = Índice gonadossomático (%);

IHS = Índice hepatossomático (%);

P (gônada) = Peso das gônadas (gramas);

P (fígado) = Peso do fígado (gramas);

P (corporal) = Peso corporal total do peixe (gramas).

3.8 AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO REPRODUTIVA

3.8.1 Canulação

A canulação foi realizada em abril de 2025, após aproximadamente 8 meses, para avaliação do desenvolvimento gonadal dos animais. Fêmeas foram submetidas ao procedimento utilizando cânula plástica estéril, inserida na abertura urogenital para coleta de ovócitos, elas eram anestesiadas com eugenol 75 mg/L para a realização do procedimento. As amostras foram analisadas imediatamente em lupa binocular para observação morfológica. Nos machos, foi aplicada pressão manual na região abdominal para avaliação da presença de gametas ao microscópio. O procedimento foi realizado diretamente no local de cultivo, utilizando bancada de apoio e materiais previamente higienizados.

3.8.2 Indução hormonal

No dia 20 de maio de 2025 foi realizada a primeira indução hormonal de reprodutores de *Pogonias courbina* em laboratório. Foram induzidos dois machos (peso médio: 1,735 kg) e duas fêmeas (peso médio: 1,587 kg), utilizando hipófise de carpa como indutor hormonal, nas doses de 1 mg/kg para machos e 5 mg/kg para fêmeas. O procedimento seguiu protocolo padrão com anestesia à base de eugenol e aplicação intramuscular na região dorsal. As condições ambientais da água estavam dentro de padrões adequados (25°C e 5,5 mg/L de oxigênio dissolvido).

3.9 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Os parâmetros registrados incluíram peso corporal (g), comprimento total (mm) e estágio de maturação sexual, este avaliado por inspeção abdominal externa e canulação, quando possível.. Os dados foram registrados em planilhas eletrônicas

(Microsoft Excel 365) para posterior análise. Adotou-se estatística descritiva amostral, considerando média, desvio padrão para os dados que obtém esses resultados.

4 RESULTADOS

4.1 QUALIDADE DA ÁGUA

Observou-se uma elevação gradual de $19,26 \pm 1,13$ °C em agosto para o pico de $27,53 \pm 0,91$ °C em fevereiro (Tabela 3). A faixa de 24–27 °C foi atingida entre novembro e fevereiro. A partir de março, houve queda progressiva da temperatura, com valores de 26,17 °C em março e 25,11 °C em abril, acompanhada por discreta redução no desempenho zootécnico. O oxigênio dissolvido variou entre 4,65 e 6,23 mg/L durante todo o período experimental.

A Tabela 2 reúne as principais informações de acompanhamento ao longo do experimento, com relação ao comprimento total e peso médio dos indivíduos

Além disso, foram avaliados os parâmetros de desempenho produtivo, considerando o consumo total de ração por mês (g), conversão alimentar (CA), biomassa (kg/m^3) e índice de fulton (K). Paralelamente, foram monitorados os parâmetros ambientais, como temperatura da água (°C) e concentração de oxigênio dissolvido (mg/L), fundamentais para o controle do sistema e bem-estar dos animais. Todos esses resultados estão organizados na Tabela 2, que sintetiza os indicadores zootécnicos e ambientais observados ao longo do cultivo.

Tabela 2 - Dados biométricos dos diferentes lotes de miragaia (*Pogonias courbina*) ao longo do experimento.

Lotes	Data	Estação	Tanque	Número de Peixes	Comprimento Total (cm)	Peso (g)
Lote 1- Rosa	06/08/2024	Inverno	M1 10 ³	20	21,68 ± 1,66	165,3 ± 41,11
	13/09/2024	Inverno	M1 10 ³	22	23,8 ± 1,78	210,27 ± 46,39
	10/10/2024	Primavera	M1 10 ³	22	27,2 ± 2,34	328,73 ± 70,3
	07/11/2024	Primavera	M1 10 ³	22	31,18 ± 2,31	450,18 ± 87,34
	12/12/2024	Primavera	40 ³	14 + 22 = 36	33,28 ± 2,03	590,91 ± 106,43
	16/01/2025	Verão	40 ³	14 + 22 = 36	39,19 ± 2,03	905,73 ± 154,42
	19/02/2025	Verão	40 ³	14 + 22 = 36	42,29 ± 1,57	1122,91 ± 147,89
	27/03/2025	Outono	40 ³	10 + 16 = 26	44,28 ± 1,91	1370,19 ± 185,69
	15/04/2025	Outono	40 ³	9 + 15 = 24	45,74 ± 1,69	1410,36 ± 152,5
Lotes	Data	Estação	Tanque	Número de Peixe	Comprimento Total (cm)	Peso (g)
Lote 2- Verde	18/10/2024	Primavera	estufa 10 ³	12	26,46 ± 1,99	286,83 ± 60,7
	12/11/2024	Primavera	estufa 10 ³	14	32,26 ± 0,63	496,79 ± 45,7
	12/12/2024	Primavera	40 ³	22 + 14 = 36	33,66 ± 1,01	635,57 ± 62,51
	16/01/2025	Verão	40 ³	22 + 14 = 36	38,49 ± 2,73	1083,43 ± 121,72
	19/02/2025	Verão	40 ³	22 + 14 = 36	44,5 ± 1,97	1450,77 ± 159,72
	27/03/2025	Outono	40 ³	16 + 10 = 26	45,52 ± 2,25	1612,4 ± 211,98
	15/04/2025	Outono	40 ³	15 + 9 = 24	46,96 ± 2,34	1673,89 ± 228,22

Fonte: Autor

Tabela 3 - Conversão alimentar, densidade, fator de condição e parâmetros de qualidade de água nos diferentes lotes de miragaia (*Pogonias courbina*).

Lotes	Data	Total de ração por mês (g)	Conversão alimentar	Biomassa kg / m ³	Índice de Condição (K)	Temperatura (°C)	Oxigênio (mg L ⁻¹)
Lote 1- Rosa	06/08/2024	2426,0	-----	0,42	1,620	19,26 ± 1,13	6,1 ± 0,48
	13/09/2024	7776,3	3,28	0,65	1,560	21,35 ± 1,33	6,16 ± 0,69
	10/10/2024	8832,5	3,63	0,90	1,630	23,35 ± 0,99	5,76 ± 0,85
	07/11/2024	11469,8	4,08	1,20	1,670	24,54 ± 1,06	5,92 ± 0,75
	12/12/2024	22486,4	2,23	0,5	1,200	24,56 ± 1,12	6,01 ± 0,46
	16/01/2025	28135,8	2,12	0,87	1,260	26,85 ± 0,91	5,3 ± 0,31
	19/02/2025	30897,5	3,2	1,10	1,190	27,53 ± 0,91	5,37 ± 0,31
	27/03/2025	17682,8	106,92	0,95	1,170	26,17 ± 0,88	4,65 ± 0,93
	15/04/2025	24611,21	230,12	0,95	1,050	25,11 ± 1,18	6,23 ± 0,25
Lotes	Data	Total de ração por mês (g)	Conversão alimentar	Biomassa kg / m ³	Índice de Condição (K)	Temperatura (°C)	Oxigenio mg L ⁻¹
Lote 2- Verde	18/10/2024	1530,1	-----	0,75	1,550	23,35 ± 0,99	5,76 ± 0,85
	12/11/2024	11859,0	4,03	1,48	1,480	24,54 ± 1,06	5,92 ± 0,75
	12/12/2024	22486,4	2,23	0,5	1,110	24,56 ± 1,12	6,01 ± 0,46
	16/01/2025	28135,8	2,12	0,87	1,230	26,85 ± 0,91	5,3 ± 0,31
	19/02/2025	30897,5	3,2	1,10	1,400	27,53 ± 0,91	5,37 ± 0,31
	27/03/2025	17682,8	106,92	0,95	1,410	26,17 ± 0,88	4,65 ± 0,93
	15/04/2025	24611,21	230,12	0,95	1,370	25,11 ± 1,18	6,23 ± 0,25

Fonte: Autor

4.2 PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS

4.2.1 Comprimento e Peso Corporal

O lote rosa iniciou em agosto com peixes medindo $21,68 \pm 1,66$ cm e pesando $165,3 \pm 41,11$ g (Figura 2), enquanto o lote verde, iniciado em outubro, apresentou valores superiores, com $26,46 \pm 1,99$ cm e $286,83 \pm 60,7$ g. Ao final do experimento, em abril, o lote rosa atingiu $45,74 \pm 1,69$ cm e $1410,36 \pm 152,5$ g, enquanto o lote verde alcançou $46,96 \pm 2,34$ cm e $1673,89 \pm 228,22$ g (Figura 2). O crescimento linear foi mais acentuado no Lote Verde, especialmente entre novembro e fevereiro.

Figura 5 Medição e pesagem de *Pogonias courbina*



Fonte: Autor

4.2.2 Biomassa

O lote rosa apresentou incremento de biomassa de 0,42 kg/m³ (agosto) para 1,10 kg/m³ (fevereiro), com estabilização em 0,95 kg/m³ nos últimos dois meses. O Lote Verde iniciou com 0,75 kg/m³ em outubro e atingiu 1,48 kg/m³ em novembro, antes da unificação dos lotes em dezembro. Após a reunião em um único tanque, ambos os lotes apresentaram valores similares de biomassa, indicando equilíbrio e adaptação à nova condição.

4.2.3 Índices Calculados

4.2.3.1 Índice de Condição (K)

O K do Lote Rosa variou de 1,05 (abril) a 1,67 (novembro), com valores médios estáveis entre setembro e janeiro. O Lote Verde apresentou valores entre 1,11 (dezembro) e 1,55 (outubro), com um pico de 1,41 em março. Durante o período de cultivo conjunto (dezembro a abril), o Lote Verde manteve valores de K ligeiramente superiores ao Rosa.

4.2.3.2 Consumo de Ração

O fornecimento de ração aumentou gradualmente até fevereiro, acompanhando o crescimento da biomassa e da temperatura. O lote rosa iniciou com 2,4 kg/mês em agosto, atingindo 30,9 kg/mês em fevereiro. O lote verde, iniciado em outubro, passou de 1,5 kg/mês para o mesmo pico em fevereiro. Após a unificação, a oferta alimentar foi padronizada para ambos os lotes, refletindo no comportamento alimentar comum. Em março e abril, o fornecimento caiu para 17,7 kg e 24,6 kg, respectivamente, indicando a redução do apetite associada à queda térmica e à proximidade do estágio de maturação.

Considerando os teores médios dos ingredientes e a inclusão de 59% de farelo com 55% de proteína bruta (PB), estima-se que a dieta inicial possuía aproximadamente 50% PB e 15% EE, com valor energético estimado de 4200 kcal/kg. A dieta reformulada, com maior teor de farelo (69%) e redução dos ingredientes de origem animal, apresentou cerca de 47% PB e 13% EE, com valor energético próximo de 3900 kcal/kg. A reformulação visou adaptar a digestibilidade e manter qualidade nutricional, exemplo da ração peletizada na Figura 6. O consumo de ração aumentou proporcionalmente à temperatura e à fase de crescimento, atingindo picos de 1103,4 g/dia (Verde) e 958,3 g/dia (Rosa) em fevereiro.

Figura 6 - Ração peletizada.



Fonte: Autor

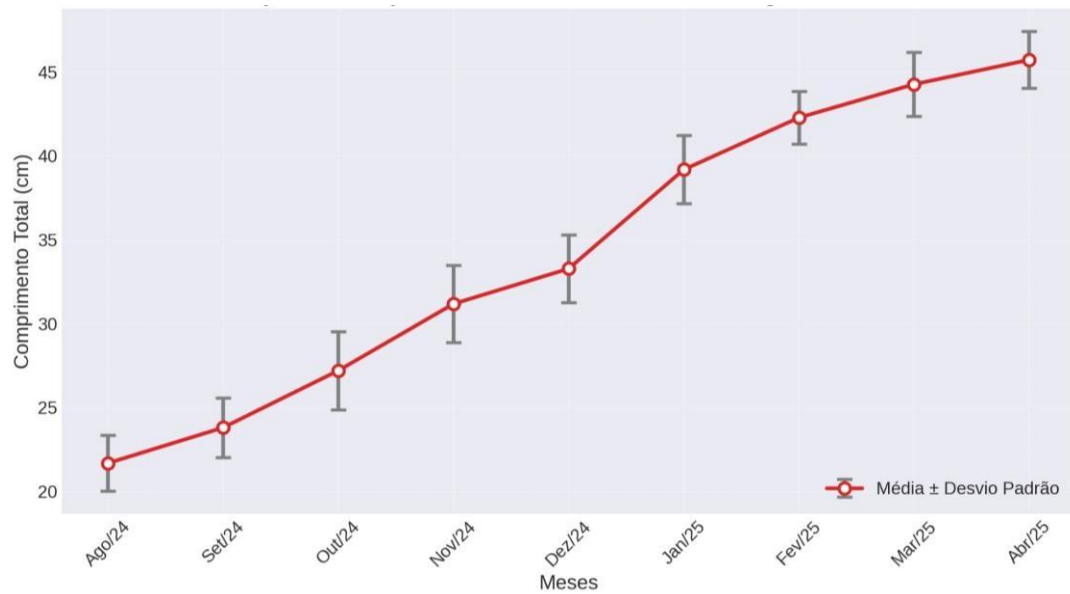
4.2.3.3 Taxa de Conversão Alimentar (TCA)

A TCA do Lote Rosa variou entre 2,12 (janeiro) e 4,08 (novembro), e no Lote Verde entre 2,12 (janeiro) e 4,03 (novembro). Em ambos os grupos, os valores superaram 100 nos dois últimos meses. A tendência de eficiência alimentar mais elevada do Lote Verde foi observada também durante o cultivo conjunto.

4.3 LINHA DO TEMPO DO CRESCIMENTO

Como demonstrado no gráfico 1, de agosto a novembro, o Lote Rosa cresceu de forma linear e moderada, enquanto o Lote Verde, mesmo com período de cultivo menor, alcançou biomassa e peso superiores. A unificação dos lotes em dezembro foi um ponto de inflexão: os peixes passaram a ser manejados sob condições bem próximas, permitindo análises comparativas mais precisas. Entre dezembro e fevereiro, ambos os grupos apresentaram ganhos expressivos de peso e comprimento, conforme observado na Figura 6, com o Lote Verde mantendo vantagem. A partir de março, observou-se estabilização no crescimento e maior variabilidade entre os indivíduos, possivelmente associada à maturação sexual.

Gráfico 1. Evolução do comprimento total (cm) dos indivíduos do lote rosa de *Pogonias courbina*, ao longo do período experimental de agosto de 2024 a abril de 2025.



Fonte: Autor

Figura 6 - Crescimento da Miragaia durante o período de Agosto a Março experimento, a primeira demonstra ele pequeno, na fase inicial de engorda, a do meio já na fase intermediária e a última já quase um reprodutor maduro.



Fonte: Equipe LAPMAR

4.4 MATURAÇÃO GONADAL E REPRODUÇÃO

4.4.1 Canulação

Em abril, fêmeas de ambos os lotes apresentaram ovócitos coletados por canulação (Figura 7) e analisados em estereomicroscópio binocular. Observou-se ovócitos em estágio final de maturação, com diâmetro médio de 515 μm e estruturas típicas de competência reprodutiva. Os machos também se encontravam em estágio de maturação.

Figura 7: Canulação em uma das fêmeas.

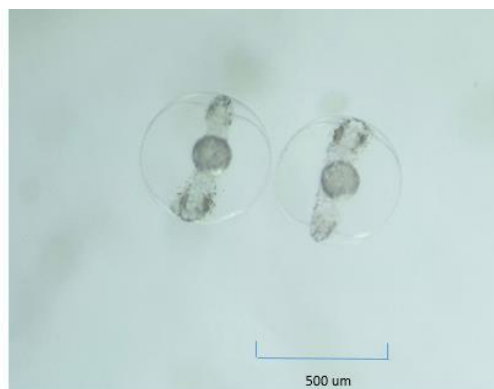


Fonte: Equipe LAPMAR

4.4.2 Reprodução em cativeiro

Os animais responderam ao protocolo fora do período reprodutivo usual descrito para a espécie, que compreende os meses entre outubro e março. Essa resposta positiva à indução hormonal refletiu na desova sem a confirmação exata da desova do animal, porém a fertilização foi constatada após 1 dia aproximadamente, como confirma a Figura 8.

Figura 8: Ovos fertilizados de *Pogonias courbina* aproximadamente 500 μm



Fonte: Autor

4.5 COLETA DE ÓRGÃOS

4.5.1 Análise da composição corporal

4.5.1.1 Alto rendimento de filé

O filé representou 40,2 % da biomassa corporal, conforme Gráfico 2, evidenciando o potencial de aproveitamento comercial da espécie. Apesar do bom rendimento, o peso médio é 473 g e a variação de $\pm 91,4$ g sugere influência de fatores como idade, sexo e estágio de maturação gonadal.

Figura 9 - Pesagem do Filé.



Fonte: Autor

4.5.1.2 *Peso de vísceras*

O peso médio das vísceras foi de $93,52 \text{ g} \pm 38,6 \text{ g}$., correspondendo a uma média de 7,9% da biomassa total.

Figura 10 - Comparação da proporção do tamanho entre as vísceras (estômago e intestino).



Fonte: Autor

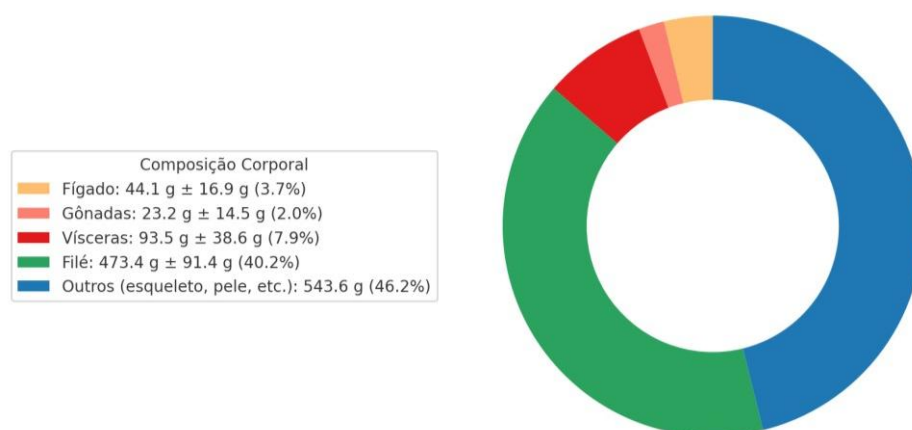
4.5.1.3 *Fígado e gônadas*

O peso médio do fígado foi de $44,1 \pm 16,9 \text{ g}$, correspondendo a 3,7% da biomassa corporal. As gônadas apresentaram peso médio de $23,2 \pm 14,5$ correspondendo a 2% da biomassa corporal.

4.5.1.4 *Outros componentes da biomassa corporal*

Outros tecidos, incluindo estrutura óssea, pele, sangue, escamas e tecido conjuntivo representaram em média 46,2 % da biomassa corporal

Gráfico 2 - Distribuição média dos principais componentes corporais de juvenis de *Pogonias courbina*, com base em dez indivíduos analisados. Os valores foram expressos em gramas absolutos, desvios padrão e porcentagem relativa ao peso corporal total ($1177,8 \pm 253,8$ g)



Fonte: Autor.

4.5.2 Variação individual dos índices por lote

4.5.2.1 Peixes Lote 2 (verde)

O Peixe 3 apresentou peso total de 1634 g, com fígado de 66,18 g, gônadas de 23,65 g (Figura 12) e filé de 641,99 g. Os índices somáticos foram de 4,05% para o IHS, 1,45% para o IGS e o maior rendimento de filé da amostra, com 42,91%. Esses resultados indicam um bom equilíbrio entre o desenvolvimento dos órgãos viscerais e o aproveitamento muscular. Apesar do fígado e das gônadas estarem relativamente desenvolvidos, o alto peso corporal contribuiu para manter o rendimento de filé elevado.

A Fêmea 9, com 1326 g de peso total, apresentou fígado de 46,45 g, gônadas de 36,12 g e filé de 504,79 g. Registrou o maior valor de IGS da amostra (3,05%), um IHS de 3,5% e rendimento de filé de 38,06%. O avançado estágio reprodutivo, evidenciado pelo desenvolvimento das gônadas, influenciou negativamente o rendimento de filé.

Já a Fêmea 1, com peso total de 1568 g, apresentou o maior fígado da amostra (77,52 g) e gônadas com 53,47 g. Alcançou o maior IHS (4,94%) e um IGS de 3,41%, enquanto o rendimento de filé foi de apenas 38,72%. Esse perfil sugere

priorização metabólica para os tecidos viscerais e reprodutivos, resultando em menor proporção de massa muscular aproveitável.

Peixe 6 fêmea, sem chip Com 1184 g, fígado de 50,54 g, gônadas com 35,22 g e filé de 488,19 g. Apresentou IHS de 4,27%, IGS de 2,97% e rendimento de filé de 41,24%.

4.5.2.2 Peixes lote rosa.

Peixe 2 macho, com 1046 g, fígado com 30,47 g, gônadas com 13,95 g e rendimento de filé de 42,24%. Seus valores de IHS (2,91%) e IGS (1,33%) são moderados, com rendimento acima da média geral, típico de um indivíduo com menor desenvolvimento gonadal e menor competição interna por recursos. Peixe 8 macho, mais leve da amostra (894 g), apresentou fígado com 32,61 g, gônadas com 7,72 g e rendimento de 39,9%. Apesar do peso reduzido, manteve índices moderados de IHS (3,65%) e baixo IGS (0,86%), com rendimento proporcional modesto.

4.5.3 Comparação Entre os Índices Zootécnicos

A observação cruzada entre os três índices mostra que, quanto maiores os valores de IHS e IGS, menor o rendimento de filé. Isso é particularmente evidente nas fêmeas mais pesadas (Peixes 1, 6 e 9), onde o investimento fisiológico em órgãos viscerais e reprodutivos foi maior, reduzindo a proporção de massa muscular disponível para corte. Peixes com valores intermediários de IHS e IGS (ex: Peixe 4 e Peixe 10) tendem a apresentar rendimentos de filé mais equilibrados, o que sugere que há um ponto fisiológico de compensação entre o crescimento interno e o aproveitamento comercial. Os machos, mesmo com variações de peso corporal, mantiveram índices mais baixos de IGS, indicando menor desenvolvimento das gônadas.

Figura 12 – Gônada a esquerda e Fígado a direita da maior fêmea coletada (Peixe 3).



Fonte: Equipe LAPMAR

Tabela 3 - Peso e índices relativos ao fígado e às gônadas e rendimento de filé de miragaia *Pogonias courbina*

Peixe	Peso total	Peso Fígado (g)	Peso Gônada (g)	Peso Visceras (g)	Peso filé (g)	Sexo	Índice Hepatosomático (%)	Índice Gonadosomático (%)	Rendimento de filé (%)
1	1568	77,52	53,47	175,76	607,04	Fêmea	4,9	3,4	38,7
2	1046	30,47	13,95	67,21	441,9	Macho	2,9	1,3	42,2
3	1634	66,18	23,65	124,97	641,99	Fêmea	4	1,4	39,2
4	1042	42,35	23,84	109,36	428,52	Fêmea	4	2,2	41,1
5	940	26,02	9,99	53,44	386,5	Fêmea	2,7	1	41,1
6	1184	50,54	35,22	106,13	488,19	Fêmea	4,2	2,9	41,2
7	1040	27,87	12,97	55,85	414,27	Macho	2,6	1,2	39,8
8	894	32,61	7,72	58,36	356,89	Macho	3,6	0,8	39,9
9	1326	46,45	36,12	105,42	504,79	Fêmea	3,5	2,7	38
10	1104	41,26	15,07	78,77	464,28	Fêmea	3,7	1,3	42
Desvio Padrão	253,8	16,9	14,52	38,69	91,41	-	0,7	0,91	1,42
Média geral	1177,8	44,127	23,2	93,53	473,44	-	3,61	1,82	40,32

4.5.4 Influência do Sexo: Um Fator Determinante

A separação por sexo revela padrões fisiológicos e produtivos consistentes (tabela 4) e (Figura 13). As fêmeas apresentaram maiores valores de IHS (até 4,94%) e IGS (até 3,41%) e maiores flutuações nos três índices, evidenciando fases distintas do ciclo reprodutivo. Em alguns casos, menor rendimento de filé, como nos Peixes 1 e 9, indicando concorrência metabólica entre músculo, fígado e ovários. Os machos mostraram menor variabilidade nos índices com Gônadas menos expressivas, Rendimentos de filé mais constantes, como observado nos Peixes 2 e 7, com valores em torno de 42%.

Tabela 4 - Dados coletados sobre sexo, peso total (g), peso de fígado (g), peso das gônadas (g), peso das vísceras (g) Peso do filé (g) e a quantidade de indivíduos analisados.

Sexo	Peso total (g)	Peso Fígado (g)	Peso gônadas (g)	Peso Visceras (g)	Peso filé (g)	Quantidade de Indivíduos
Fêmea	1256,8 ± 264,28	50,0 ± 17,0	28,1 ± 14,7	107,6 ± 38,1	503,0 ± 92,2	7
Macho	993,3 ± 86,08	30,3 ± 2,4	11,5 ± 3,4	60,4 ± 6,0	404,3 ± 43,4	3
Total Geral	1177,8 ± 253,8	44,1 ± 16,9	23,2 ± 14,5	93,52 ± 38,6	473,4 ± 91,41	10

Fonte : autor

Figura 13 - Gônada de fêmea demarcada com número 1 e gônada de macho demarcada com número 2. Em sequência o fígado do número 1 e em seguida o fígado do número 2.



Fonte: Equipe LAPMAR

5 DISCUSSÃO

A qualidade da água, especialmente a temperatura e os níveis de oxigênio dissolvidos, apresentou influência determinante no desempenho zootécnico dos juvenis de *Pogonias courbina*. As temperaturas observadas no experimento (24–

27 °C) favoreceram significativamente o crescimento dos animais, corroborando estudos que indicam essa faixa como ideal para maximizar o desempenho produtivo e reduzir o estresse fisiológico (Gui *et al.*, 2023; Kuroski *et al.*, 2025). A redução dos níveis de oxigênio nos meses mais quentes, embora dentro dos padrões de segurança para a espécie, pode ter impactado levemente o consumo alimentar, efeito bem documentado na literatura para teleósteos marinhos submetidos a variações térmicas

(Matoušek *et al.*, 2024).

O desempenho zootécnico também refletiu diretamente o efeito do tamanho inicial dos lotes. O Lote Verde, que apresentou maior biomassa na entrada, exibiu vantagem em parâmetros como o índice de condição (K) e a taxa de conversão alimentar (TCA), confirmando a influência positiva do tamanho inicial no crescimento subsequente, conforme também observado por Kuroski *et al.* (2025). Além disso, o aumento do K observado nos meses finais indica uma realocação energética, provavelmente associada à maturação gonadal, padrão comum em Sciaenidae (Kuroski *et al.*, 2025; Duncan *et al.*, 2013).

Os dados de composição corporal reforçam o potencial comercial de *P.*

courbina. O rendimento médio de filé, aproximadamente 40,2%, é compatível com outras espécies marinhas de interesse na aquicultura (Benato *et al.*, 2023). O *black drum* (*Pogonias cromis*), espécie congênere, apresenta rendimento médio de filé entre 33% (sem pele) e 46% (com pele), conforme registros de processamento de pescado comercial (Reluctantgourmet.com, 2024; chefs-resources.com, 2024). Já o robalo (*Centropomus undecimalis*), outro peixe marinho de interesse aquícola, possui rendimento de filé em torno de 38% a 42% (Mendonça *et al.*, 2011). No entanto, a fração não comestível também foi expressiva, especialmente em animais em fase avançada de desenvolvimento gonadal, evidenciando a influência direta do estado fisiológico sobre os índices de aproveitamento de carcaça.

A análise fisiológica dos índices hepatossomático (IHS) e gonadossomático (IGS) destacou diferenças marcantes entre os sexos. As fêmeas apresentaram maiores valores de IHS e IGS, refletindo maiores exigências energéticas associadas

ao desenvolvimento dos ovários, além de maior variabilidade nesses índices. Esse fenômeno já é bem descrito em *Sciaenidae* e outros teleósteos marinhos, nos quais o ciclo reprodutivo impacta diretamente tanto na alocação de reservas quanto na eficiência produtiva (Duncan *et al.*, 2013; Gill *et al.*, 2015; Gui *et al.*, 2023). Por outro lado, os machos mantiveram índices mais estáveis, resultando em maior rendimento de filé, reforçando seu potencial para sistemas de engorda com foco em produtividade.

O sucesso na indução hormonal fora da estação reprodutiva natural representa um avanço relevante para a espécie. Esse resultado, alinhado às características espermáticas observadas por Benato *et al.* (2023), demonstra a plasticidade reprodutiva de *P. courbina*, sugerindo viabilidade para a condução de ciclos fechados em sistemas RAS, o que fortalece o potencial para a domesticação plena da espécie na aquicultura marinha.

Do ponto de vista nutricional, a substituição parcial de proteína animal por fontes vegetais, especialmente farelo, não comprometeu o desempenho zootécnico dos juvenis, indicando boa adaptabilidade digestiva e metabólica da espécie. Essa estratégia, alinhada aos resultados observados por Kuroski *et al.* (2025), representa um caminho promissor para a sustentabilidade do cultivo, com redução de custos e menor dependência de ingredientes de origem marinha, uma tendência cada vez mais necessária nos modelos de produção aquícola moderna (Nederlof *et al.*, 2022).

De maneira geral, os resultados obtidos demonstram que *Pogonias courbina* apresenta características biológicas e produtivas compatíveis com os princípios da aquicultura sustentável. O controle eficiente da qualidade da água, aliado a estratégias nutricionais e ao manejo reprodutivo, permite não apenas otimizar o desempenho zootécnico da espécie, mas também reduzir impactos ambientais, alinhando produção e conservação. Esses dados reforçam o potencial de consolidação da espécie como uma alternativa viável e sustentável para a diversificação da piscicultura marinha no Brasil.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo indicam que *Pogonias courbina* apresenta características promissoras para a piscicultura marinha, como bom desempenho zootécnico, adaptação às condições de cultivo e viabilidade de reprodução induzida fora do período natural. A resposta positiva as dietas formuladas, incluindo maior participação de ingredientes vegetais na dieta, e o comportamento fisiológico estável ao longo do cultivo reforçam seu potencial para sistemas controlados. No entanto, esses resultados ainda refletem uma etapa inicial de desenvolvimento tecnológico para a espécie, sendo necessários avanços em diferentes áreas.

É importante ressaltar que este trabalho contribui com informações de base relevantes, que podem servir de suporte para futuras pesquisas com *P. courbina*. Estudos mais aprofundados são necessários, especialmente no desenvolvimento de dietas específicas, no aprimoramento dos protocolos reprodutivos, na avaliação do desempenho em outros sistemas de cultivo e na compreensão dos aspectos fisiológicos em diferentes fases produtivas. A continuidade desses estudos é fundamental para avançar no processo de domesticação da espécie e para consolidar seu uso na aquicultura de forma tecnicamente viável e ambientalmente responsável.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. R.; SILVA, L. S.; COSTA, M. A. Distribution and habitat use of estuarine fish species in the Atlantic coast. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 69, n. 2, p. 89–99, 2021.
- ALMEIDA, F. R.; SILVA, M. J.; COSTA, R. L. Variações ambientais e distribuição de peixes estuarinos no Atlântico Ocidental. *Journal of Marine Ecology*, v. 28, n. 3, p. 45–60, 2021.
- ALMEIDA, P. R. C. *et al.* Estrutura populacional e conectividade de habitat de *Pogonias courbina* (Perciformes, Sciaenidae) em dois sistemas lagunares na costa sudeste do Rio de Janeiro, Brasil, inferidas a partir da forma do otólito e assinaturas elementares. *Journal of Sea Research*, v. 198, p. 102500, 2024. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2013.08.006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385110124000339>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- BARROSO, G. F.; POERSCH, L.; CAVALLI, R. Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócioeconômicos. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. 316 p.
- BENATO, J. L. *et al.* *Pogonias courbina* sperm characteristics in its first reproductive season. *PeerJ*, v. 11, art. e15600, 2023. DOI: 10.7717/peerj.15600. Disponível em: <https://doi.org/10.7717/peerj.15600>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- CAVALLI, R. O. *et al.* Piscicultura marinha no Brasil: estudos de caso, gargalos e perspectivas. In: POLI, C. R.; ANDRADE, J. P.; VALENTI, W. C. (org.). *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer*. Brasília: Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, 2011. p. 147–170.
- CHAO, L. *et al.* *Pogonias courbina*. 2015. Disponível em: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4389994>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- DUNCAN, N. J. *et al.* Reproduction of hatchery-produced meagre (*Argyrosomus regius*) in captivity II: Hormonal induction of spawning and monitoring of spawning kinetics, egg production and egg quality. *Aquaculture*, v. 414–415, p. 318–327, 2013. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2013.08.006. Acesso em: 20 jun. 2025.
- EMBRAPA. *Panorama da aquicultura marinha e estuarina no Brasil 2022*. Florianópolis: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2022. 35 p. (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 1983-974X; 51). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1142679/1/doc-512022.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024*. [S.l.]: FAO, 2024. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd0683en>. Acesso em: 20 jun. 2025.

FERRI, L. S.; ROCHA, W. S.; BRAZ FILHO, M. S. P. Tendências e tecnologias sustentáveis na aquicultura: recirculação, aquaponia e bioflocos. *Incapar em Revista*, Vitória, v. 9, p. 66–78, 2018. Disponível em: <https://biblioteca.incapar.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3375/1/tendenciasetecnologiassustentaveisnaaquicultura-rocha.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2025.

FIPERJ. *Relatório de Atividades da Pesca no Estado do Rio de Janeiro – 2013*. Rio de Janeiro, 2013. Acesso em: 20 jun. 2025.

FIPERJ. *Relatório de Atividades da Pesca no Estado do Rio de Janeiro – 2022*. Rio de Janeiro, 2022. Acesso em: 20 jun. 2025.

FISHBASE. *Pogonias courbina* (Lacepède, 1803). FishBase, 2025. Disponível em: <https://www.fishbase.se/summary/Pogonias-courbina.html>. Acesso em: 20 jun. 2025.

GILL, T.; BEIRÃO, J.; SOARES, F. Effect of diet on sperm quality in marine fish. *Aquaculture*, v. 435, p. 187–194, 2015. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2014.09.025. Acesso em: 20 jun. 2025.

GUI, F. *et al.* Temperature and dissolved oxygen lead to behavior and respiration changes in juvenile largemouth bass (*Micropterus salmoides*) during transport. *Fishes*, v. 8, n. 12, p. 565, 2023. DOI: 10.3390/fishes8120565. Acesso em: 20 jun. 2025.

GUPTA, S.; MAKRIDIS, P.; HENRY, I.; *et al.* Recent developments in recirculating aquaculture systems: a review. *Aquaculture, Fish and Fisheries*, 2024. DOI: 10.1155/are/6096671. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/are/6096671>. Acesso em: 20 jun. 2025.

HAIMOVICI, M.; CARDOSO, L. G. Dinâmica populacional e ciclo de vida de *Pogonias courbina*. *Brazilian Journal of Aquatic Sciences*, v. 35, n. 2, p. 99–110, 2017. Acesso em: 20 jun. 2025.

HAIMOVICI, M.; CARDOSO, L. G. Mudanças de longo prazo nas pescarias no estuário da Lagoa dos Patos e águas costeiras adjacentes no sul do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 43, n. 1, p. 1–12, 2017. Disponível em: https://demersais.furg.br/images/producao/2020_Machado_Proetti_Silva_Haimovici_2020_Genetic_connectivity_of_black_drum_Pogonias_courbina_stocks_in_the_SW_Atlantic_Env_Biol_Fish.pdf. Acesso em: 20 jun. 2025.

HAIMOVICI, M. *et al.* *Pogonias courbina*. The IUCN Red List of Threatened Species, 2020. e.T159145751A159145756. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T159145751A159145756.en. Acesso em: 20 jun. 2025.

KUROSUKI, F. *et al.* Influence of temperature on growth and oxidative status of juvenile *Pogonias courbina*. *Aquaculture Reports*, v. 40, art. 100256, 2025. DOI: 10.1016/j.aqrep.2024.100256. Acesso em: 20 jun. 2025.

MACCHI, G. J.; ORSI, M. L.; ACHA, E. M. Estrutura espacial da população de *Pogonias courbina* no estuário do Río de la Plata durante a desova. *Ciencias Marinas*, v. 28, n. 1, p. 11–23, 2002. Acesso em: 20 jun. 2025.

MEITEI, L. C.; NAQUIYUDDIN, M.; LOKE, M. L.; *et al.* Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA): A solution for sustainable aquaculture development. *Aquaculture Reports*, v. 30, art. 101680, 2023. DOI: 10.1016/j.aqrep.2023.101680. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101680>. Acesso em: 20 jun. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção – Peixes e Invertebrados Aquáticos*. Brasília: MMA, 2014. Acesso em: 20 jun. 2025.

MONSEES, H. *et al.* Eliminating bottlenecks to improve aquaponic processes. *PLOS ONE*, v. 12, n. 5, art. e0183056, 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0183056. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183056>. Acesso em: 20 jun. 2025.

NASCIMENTO, M. dos S. *et al.* *Panorama da piscicultura marinha no Brasil: desafios e perspectivas*. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2022. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1142679/1/doc-512022.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2025.

NEDERLOF, M. A.; VERDEGEM, M. C.; SMAAL, A. C.; JANSEN, H. M. Nutrient retention efficiencies in integrated multi-trophic aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, v. 14, n. 3, p. 1194–1212, 2022. DOI: 10.1111/raq.12645. Acesso em: 20 jun. 2025.

NILAV, A.; NAMA, S.; BISWAL, A.; PAUL, T. A review on recirculating aquaculture systems: Challenges and opportunities for sustainable aquaculture. *Innovative Farming*, v. 5, n. 1, p. 17–24, 2020. Acesso em: 20 jun. 2025.

ONU. *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development (Brundtland Report)*. United Nations, 1987. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-commonfuture.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2025.

SANTOS, A. L.; VELASCO, G. Ecologia e habitat da *Pogonias courbina* em ambientes estuarinos. *Revista Brasileira de Biologia Marinha*, v. 15, n. 2, p. 120–130, 2021. Acesso em: 20 jun. 2025.

SANTOS, D. S.; PEREIRA, T. M.; OLIVEIRA, V. A. Função dos estuários como berçário e área de reprodução de *Pogonias courbina* no sul do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 42, n. 1, p. 30–42, 2016. Acesso em: 20 jun. 2025.

SANTOS, D. S.; PEREIRA, T. M.; OLIVEIRA, V. A. Role of estuaries as nursery and spawning areas for *Pogonias courbina* in southern Brazil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 20, n. 1, p. 21–30, 2016. Acesso em: 20 jun. 2025.

SANTOS, R. A.; VELASCO, G. Salinity and temperature tolerance of estuarine fishes of the Southwest Atlantic. *Marine Biology Research*, v. 17, n. 1, p. 45–53, 2021. Acesso em: 20 jun. 2025.

CHACÓN-GUZMÁN, J. C. *et al.* Aquaculture of the Sciaenidae family: main species cultivated worldwide and emerging species in Latin America. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, v. 33, n. 1, 2025.

MclvOr, C. C.; ODUM, W. E. Habitat utilization by juvenile fishes in estuarine seagrass meadows. *Marine Ecology Progress Series*, v. 3, p. 1–7, 1988.

Murphy, M. D.; Taylor, R. G. Reproduction and growth of black drum (*Pogonias cromis*) in northeast Florida. *Northeast Gulf Science*, v. 10, n. 2, p. 109–119, 1989.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 163–173, 2008.

MELO, C. M. R. *et al.* Sistemas de cultivo de organismos aquáticos. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (org.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2020. p. 21–38.

TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. L. Princípios e métodos de manejo na aquicultura: qualidade da água, sanidade e sistemas de cultivo. Macapá: Embrapa Amapá, 2017.

MENDONÇA, F. F. *et al.* Aproveitamento de pescado: rendimento de corte e composição centesimal de robalo e tilápia. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 179–186, 2011. Disponível em: https://www.pesca.sp.gov.br/37_2_179-186.pdf. Acesso em: 1 jul. 2025.

CHEFS-RESOURCES. Black drum fish. 2024. Disponível em: <https://www.chefs-resources.com/seafood/finfish/black-drum-fish/>. Acesso em: 1 jul. 2025.

RELUCTANT GOURMET. Fish yields: how much fillet from a whole fish? 2024. Disponível em: <https://www.reluctantgourmet.com/fish-yields/>. Acesso em: 1 jul. 2025

