

Panorama da Piscicultura Marinha no Brasil: desafios e perspectivas



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

14 VIDA NA
ÁGUA



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pesca e Aquicultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 51

Panorama da piscicultura marinha no Brasil: desafios e perspectivas

*Marcelo dos Santos Nascimento
Cristina Vaz Avelar de Carvalho
Gabriel Passini
Mariana Soares
Daniele Kloppel Rosa Evangelista
Diego Neves de Sousa*

**Embrapa Pesca e Aquicultura
Palmas, TO
2022**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pesca e Aquicultura
Avenida NS 10, Loteamento Água Fria,
Palmas, TO, Caixa Postal nº 90,
CEP 77008-900, Palmas, TO
Fone: (63) 3229-7800
Fax: (63) 7800
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Roberto Manolio Valladão Flores

Secretário-Executivo
Diego Neves de Sousa

Membros
*Adriana Lima, Alexandre Uhlmann, Hellen Kato,
Jefferson Christofoletti, Lucas Simon Torati,
Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida.*

Supervisão editorial
Lucas Torati

Revisão de texto
Clenio Araújo

Normalização bibliográfica
Andréa Liliâne Pereira da Silva

Tratamento das ilustrações
Jonatham Cleimes

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Jonatham Cleimes

Foto da capa
Evato.com

1ª edição
Publicação Digital (2022): PDF

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Pesca e Aquicultura

Panorama da Piscicultura Marinha no Brasil: desafios e perspectivas / Marcelo dos Santos
Nascimento... [et al.]. - Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2022.
PDF (40 p.) : il. color - (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318-1400 ;
51).

1. Piscicultura. 2. Peixe marinho. 3. Levantamento. I. Cavarlho, Cristina Vaz Avelar de.
II. Passini, Gabriel. III. Soares, Mariana. IV. Evangelista, Daniele Kloppel Rosa. V. Sousa, Diego
Neves de. VI. Título. VII. Série.

CDD (21. ed.) 639.32

Andréa Liliâne Pereira da Silva (CRB 2/1166)

© Embrapa, 2022

Autores

Marcelo dos Santos Nascimento

Engenheiro de pesca, doutor em aquicultura.

Cristina Vaz Avelar de Carvalho

Graduada em oceanologia, doutora em aquicultura.

Gabriel Passini

Engenheiro de aquicultura, doutor em aquicultura.

Mariana Soares

Engenheiro de aquicultura, doutora em aquicultura.

Daniele Kloppel Rosa Evangelista

Engenheiro de aquicultura, mestre em desenvolvimento rural e agroecologia, analista da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO.

Diego Neves de Sousa

Gestor de cooperativas, doutor em desenvolvimento rural, analista da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO.

Agradecimentos

Ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), da Secretaria de Aquicultura e Pesca do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento do Brasil (SAP-MAPA), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e pela parceria com Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) ao projeto “BRS Aqua - Ações estruturantes e inovação para fortalecimento das cadeias produtivas da Aquicultura no Brasil”.

Apresentação

A aquicultura, ou criação de organismos aquáticos, é um dos ramos da produção de proteína animal que mais cresce no mundo. Diversas são as espécies cultivadas, considerando ambientes continentais e marinhos, abrangendo desde peixes, crustáceos e moluscos, até algas e plantas aquáticas.

A maricultura, desenvolvida em ambientes de água salgada, é majoritariamente representada no Brasil pelo cultivo de camarões marinhos e moluscos bivalves, embora a piscicultura marinha seja um dos maiores potenciais aquícolas do país, haja vista a extensa costa litorânea e a possibilidade de cultivos ‘in e off shore’, ou seja, próximos à costa e em águas abertas respectivamente. Contudo, apesar de diversas iniciativas, a atividade de piscicultura marinha em larga escala ainda não é uma realidade brasileira, o que se dá por uma série de fatores.

Dessa forma, esta Série Documentos apresenta um panorama da piscicultura marinha brasileira, com as principais espécies cultivadas e um compilado das informações técnicas e índices produtivos disponíveis na literatura, bem como os principais entraves e perspectivas para o desenvolvimento da piscicultura marinha no Brasil.

A obra reforça o compromisso da Embrapa em promover sistemas de produção em uma diversidade de ecossistemas considerando os três pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental. Trata-se, assim, de ir ao encontro das premissas elencadas nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, em especialmente, do qual se aborda a Vida Marinha.

Danielle de Bem Luiz

Chefe-geral da Embrapa Pesca e Aquicultura

Sumário

Introdução.....	11
Panorama da piscicultura marinha no Brasil.....	12
Espécies nativas com potencial para piscicultura marinha no Brasil.....	14
Bijupirá (<i>R. canadum</i>).....	14
Reprodução.....	16
Larvicultura.....	17
Garoupa-verdadeira (<i>E. marginatus</i>).....	18
Reprodução.....	19
Larvicultura.....	20
Berçário e engorda.....	21
Robalo-flecha (<i>C. undecimalis</i>).....	21
Reprodução.....	23
Larvicultura.....	24
Berçário e engorda.....	24
Tainha (<i>M. liza</i>).....	25
Reprodução.....	27
Larvicultura.....	28
Berlário e engorda.....	28
Principais desafios da piscicultura marinha no Brasil.....	29
Perspectivas para a piscicultura marinha no Brasil.....	31
Considerações finais.....	32
Referências.....	33

Introdução

A aquicultura é um dos ramos da produção animal que mais cresce no mundo, contribuindo com mais da metade do pescado consumido, colaborando de forma significativa para geração de emprego e renda (FAO, 2020).

O crescimento expressivo dessa atividade nos últimos anos pode estar relacionado à adoção de novas técnicas, que refletem no aumento de produtividade e na qualidade da produção (Siqueira, 2018; FAO, 2020). Esses ganhos de competitividade sustentam as expectativas para o aumento da produção nas próximas décadas, por meio da implantação de novas unidades intensivas e ampliação das áreas de produção em terra e no mar (Siqueira, 2018).

Neste cenário, o relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) apontou que, em 2018, a produção de pescado no mundo alcançou cerca de 178,5 milhões de toneladas de pescado; destes, 82,1 milhões foram resultantes da aquicultura (continental e marinha), que movimentou um valor estimado da ordem de 250 bilhões de dólares. Do total da produção, 54,3 milhões de toneladas são de peixes, sendo que 47 milhões de toneladas são originárias da piscicultura continental e 7,3 milhões da piscicultura marinha (FAO, 2020). Entre os principais países que despontam na produção de peixes marinhos estão China e Indonésia, correspondendo juntos a 2,4 milhões de toneladas; os demais países produtores perfazem aproximadamente 5,0 milhões de toneladas de pescado (FAO, 2020).

No Brasil, a produção aquícola foi de 579,3 mil toneladas no ano de 2018. Deste total, 45,8 mil toneladas de camarões em cativeiro, 14,2 mil toneladas de moluscos bivalves e a piscicultura continental contribuiu com a maior parcela (519,3 mil toneladas). Este panorama apresentou um aumento de 3,4% em relação à produção do ano de 2017 (IBGE, 2019). A aquicultura marinha no país ainda restringe-se basicamente à criação de camarões e à criação de moluscos bivalves, enquanto a piscicultura marinha ainda não tem registros oficiais da produção comercial (IBGE, 2019; FAO, 2020).

A piscicultura marinha ainda é uma atividade não consolidada, limitando-se apenas a instituições de pesquisas e pequenas produções realizadas pela iniciativa privada. Até o ano de 2011, existiam algumas empresas produzindo o bijupirá (*Rachycentron canadum*) em diferentes estados do Brasil; no en-

tanto, nenhuma dessas produções atingiu escala comercial. As empresas que encerraram suas atividades alegaram problemas como a demora na regularização da atividade, problemas com a qualidade da ração e até acidentes marítimos com os tanques-rede no mar (Cavalli et al., 2011; Kubtiza, 2014).

Dois pequenos produtores localizados no litoral de São Paulo seguiram produzindo bijupirás para atender pequenas demandas, principalmente de instituições de pesquisa e nichos de mercado. Por volta de 2016, uma das empresas parou de produzir por motivos relacionados à regularização da atividade.

Atualmente, uma fazenda marinha no litoral do Rio de Janeiro e uma associação de maricultores no Espírito Santo fazem a engorda de bijupirá em pequena escala. Uma terceira empresa faz reprodução e larvicultura de bijupirá e garoupa-verdadeira (*Epinephelus marginatus*); além disso, desenvolve tecnologia para a engorda da garoupa-verdadeira. A produção dessas três empresas ainda é muito pequena; por isso, apesar de todo o esforço, os dados de produção ainda não aparecem nas estatísticas oficiais.

Apesar disso, o Brasil apresenta grande potencial para o desenvolvimento desta atividade, tanto pelas suas excelentes condições naturais (clima e recursos hídricos) e diversidade de ecossistemas costeiros, como por ter diversas espécies de peixes com potencial zootécnico (Barroso et al., 2007).

Nesse contexto, este documento tem como objetivo realizar um levantamento do estado da arte da piscicultura marinha no Brasil, apresentar as espécies nativas que oferecem potencial e o estágio tecnológico de cada uma, além de apresentar os principais desafios e perspectivas para o desenvolvimento da atividade no país.

PANORAMA DA PISCICULTURA MARINHA NO BRASIL

Há relatos de que a piscicultura marinha brasileira teve início no século XVII, no Nordeste do país (Silva, 1976), com criações pontuais e improvisadas, onde juvenis de peixes capturados no ambiente natural eram criados de forma extensiva em viveiros de maré, com volume de produção pouco expressivo na época (Schubart, 1936). Mesmo com o passar do tempo, a piscicultura marinha ainda não se consolidou como uma atividade produtora de alimentos, ge-

radadora de emprego e renda, assim como ocorre com a piscicultura continental. Entre as várias iniciativas para contornar essa situação, foi formada no ano de 2007 a Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Piscicultura Marinha (Repimar), uma parceria formada entre diversas Unidades da Embrapa (Recursos Genéticos e Biotecnologia, Meio-Norte e Tabuleiros Costeiros) e outras instituições de ensino e pesquisa, como a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Federal do Recôncavo Baiano (UFRB), Estadual de Santa Cruz (UESC), Federal de Pernambuco (UFPE), Federal de Santa Catarina (UFSC), Federal do Rio Grande (FURG), Federal de Lavras (UFLA), de São Paulo (USP), da Virginia (EUA) e as fundações do Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ) e Instituto de Pesca de São Paulo (IP-SP). Na época, a rede concentrou esforços em desenvolver tecnologias para produção do bijupirá, sendo desenvolvidas ações nas áreas de nutrição e alimentação, recursos genéticos, sanidade, manejo dos sistemas de produção, aproveitamento agroindustrial e mercado.

A justificativa para o estudo da espécie foi embasada no grande interesse demonstrado pelo setor produtivo, atraído pelas características produtivas do bijupirá como: facilidade de desova em cativeiro; domínio da produção de formas jovens em laboratório (Holt et al., 2007; Souza-Filho; Tosta, 2008; Peregrino Júnior et al., 2014) por apresentar boas taxas de crescimento em condições de cativeiro (Liao et al., 2004; Sampaio et al., 2011); e carne de excelente qualidade (Liao; Leañó, 2007).

Outro esforço para desenvolver a piscicultura marinha brasileira vem sendo feito com a garoupa-verdadeira. A tecnologia para a reprodução em cativeiro e a produção de formas jovens desta espécie já está estabelecida pela iniciativa privada (Kerber et al., 2012). Atualmente, vêm sendo desenvolvidas pesquisas relacionadas à engorda desta espécie em diferentes sistemas de criação, com o objetivo de avaliar a viabilidade da produção comercial (Kerber, 2020).

Além do bijupirá e da garoupa-verdadeira, outras espécies brasileiras de peixes marinhos apresentam potencial econômico e socioambiental para a criação em cativeiro, como é o caso dos robalos flecha (*Centropomus undecimalis*) e peva (*C. parallelus*), da tainha (*Mugil liza*), da carapeba (*Eugerres brasilianus*), do linguado (*Paralichthys orbignyanus*), do pampo (*Trachinotus marginatus*), entre outras espécies nativas. Protocolos envolvendo diferentes

etapas de produção (reprodução, larvicultura, berçário, engorda) foram e vêm sendo desenvolvidos por instituições públicas e privadas em todo o Brasil (Cavalli e Hamilton, 2009).

ESPÉCIES NATIVAS COM POTENCIAL PARA PISCICULTURA MARINHA

A seguir, serão apresentadas informações sobre o bijupirá, a garoupa-verdadeira, o robalo-flecha e a tainha. Estas espécies nativas foram escolhidas a partir de um critério primordial para o início de uma atividade aquícola: a disponibilidade de formas jovens. Nesse sentido, as formas jovens de bijupirá e garoupa-verdadeira já são produzidas comercialmente no Brasil. No caso do robalo-flecha e da tainha, as espécies foram escolhidas por já possuírem tecnologia disponível para a produção de formas jovens (Sampaio et al., 2010; Cerqueira et al., 2017).

Outros critérios para seleção das espécies abordadas neste documento são apresentados na Tabela 1. Cada espécie recebeu uma pontuação variando de 1 (nota mínima) e 5 (nota máxima) para cada um dos três quesitos apresentados (Cavalli e Hamilton, 2007).

Tabela 1. Classificação das quatro espécies com relação a três critérios de seleção de uma espécie para a aquicultura.

Espécies	Mercado	Potencial de crescimento	Tecnologia de criação
Bijupirá	4	5	5
Garoupa-verdadeira	5	3	3
Robalo-flecha	5	3	2
Tainha	3	3	2

Mercado - valor (preço) de mercado para o ano de 2020, Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP).

Tabela adaptada de Cavalli e Hamilton (2007).

Bijupirá (*R. canadum*)

O bijupirá é um peixe teleósteo de hábito alimentar carnívoro, se alimenta de peixes bentônicos, crustáceos e lulas (Franks et al., 1996; Arendt et al., 2001;

Hamilton et al., 2019). Provido de escamas pequenas, corpo alongado, com cabeça grande e achatada (Figura 1), possui coloração marrom, ventre amarelado e apresenta duas faixas prateadas ao longo do corpo (Hamilton et al., 2013; Nunes, 2014). Na costa brasileira, é conhecido por diferentes nomes regionais; entre eles, podem ser citados: beijupirá; cação de escamas; parambijú; e ceixupirá (Carvalho Filho, 1999; Figueiredo; Menezes, 2000).



Fonte: iStock.com

Figura 1: Bijupirá (*Rachycentron canadum*).

É uma espécie pelágica, migratória, com ampla distribuição em oceanos tropicais e subtropicais, menos no Pacífico central e oriental, sendo mais abundante em águas temperadas. Apresenta-se distribuída por todo o litoral brasileiro, podendo ser encontrada em águas rasas com fundos rochosos ou de recife, além de estuários e baías (Figueiredo; Menezes, 2000).

No ambiente natural, essa espécie pode chegar a até 60 kg e mais de 2 m de comprimento, apresenta carne de excelente qualidade e de alto valor comercial (Arendt et al., 2001; Holt et al., 2007; Miao et al., 2009). Atributos estes que despertaram o interesse de diversas instituições públicas e privadas para desenvolver pacote tecnológico para a criação dessa espécie.

As primeiras tentativas de criação iniciaram nos Estados Unidos na década de 1970, quando ovos da espécie foram coletados no ambiente natural com o objetivo de produzir formas jovens em laboratório (Hamilton et al., 2013). No entanto, somente no início da década de 1990 em Taiwan a tecnologia de reprodução artificial da espécie foi dominada e posteriormente difundida pa-

ra outros países, surgindo assim os primeiros protocolos de reprodução e larvicultura do bijupirá (Liao et al., 2004; Kaiser; Holt, 2005). Neste momento, a espécie é criada em escala comercial em diversos países do mundo, incluindo Bahamas, Belize, China, República Dominicana, México, Panamá, Filipinas, Porto Rico, Estados Unidos e Vietnã (Mc Lean et al., 2009).

No Brasil, o bijupirá é a única espécie de peixe marinho com engorda comercial em pequena escala (Cerqueira et al., 2017). Essa espécie se destaca com relação às outras principalmente pela alta taxa de crescimento, podendo atingir entre 4 e 6 kg em um ano, além de apresentar outras características adequadas à criação como reprodução espontânea em cativeiro, alta fecundidade, rusticidade ao manejo e aceitação de dietas artificiais (Arnold et al., 2002; Liao; Leaño, 2007; Holt et al., 2007; Benetti et al., 2008; Sampaio et al., 2011; Nunes, 2014).

Reprodução

Os primeiros estudos com a reprodução da espécie no país iniciaram com reprodutores selvagens capturados na natureza nos estados da Bahia (Carvalho Filho, 2006) e Pernambuco (Peregrino Júnior et al., 2014).

Os reprodutores podem ser mantidos em tanques circulares de 70 m³ em fluxo contínuo ou em sistema de recirculação em tanques de 15 m³ (Benetti et al., 2010; Peregrino Júnior et al., 2014; Sampaio et al., 2016). Também podem ser mantidos em tanques-rede no mar e transferidos para um tanque dentro do laboratório no momento da desova. O peso dos reprodutores é em média entre 15 e 25 kg, sendo as fêmeas geralmente maiores que os machos. Os reprodutores podem ser obtidos a partir da captura (pesca com linha e anzol) no mar (Benetti et al., 2008; Peregrino Júnior et al., 2014) ou a partir de peixes F1, com peso médio de 5,4 kg com até dois anos de idade (Souza-Filho; Tosta, 2008). A proporção sexual adequada para reprodução é de dois machos para cada fêmea, com uma densidade de estocagem de até 2 kg/m³.

Quanto à alimentação, os reprodutores necessitam de pescado fresco de alta qualidade, incluindo sardinha e lula, de modo a prover proteína (aminoácidos) e lipídios (ácidos graxos) necessários para o processo de maturação gonadal numa taxa de 2 a 5% da biomassa/dia (Peregrino Júnior et al., 2014).

As fêmeas estão aptas a reproduzir quando o diâmetro médio dos ovócitos

está acima de 700 μm (o diâmetro dos ovócitos é verificado após coleta por biópsia intra-ovariana) e os machos quando liberam sêmen após massagem abdominal. Recomenda-se o uso de anestésico durante o manejo com os peixes. Os reprodutores de bijupirá desovam espontaneamente nos tanques quando as condições são favoráveis (temperatura entre 24 e 28 °C e fotoperíodo entre 12 e 14 h de luz). É possível observar o comportamento reprodutivo a partir da perseguição dos machos atrás da fêmea. A liberação dos ovos e a fertilização ocorrem no início da noite. Os ovos são pelágicos e podem ser coletados através de drenagem superficial do tanque de reprodução, sendo direcionados a um tanque de coleta com tela de 500 μm . Em média possuem diâmetro de 1,2 a 1,4 mm, devendo ser mantidos em tanques cônicos de incubação, com densidade máxima de até 500 ovos/L, e com renovação de água de 400% ao dia, aeração suave e constante. É possível realizar tratamento profilático com formalina durante a incubação dos ovos, 100 ppm durante 1 h (Benetti et al., 2010; Sampaio et al., 2016).

Larvicultura

As larvas eclodem com aproximadamente 3,5 mm após 24 h na água com temperatura média de 28 °C. No segundo dia após a eclosão (2° DAE), as larvas são transferidas para os tanques de larvicultura (densidade de 5 a 10 larvas/L). Após consumirem o vitelo (alimentação endógena), as larvas são alimentadas com rotífero (*Brachionus plicatilis*) enriquecido com emulsões comerciais ricas em ácidos graxos altamente insaturados do 3° ao 8° DAE (1-10 rotíferos/mL). Durante esse período, o tanque em que as larvas estão é mantido em sistema de “água verde” com microalga *Nannochloropsis oculata* ($1-2 \times 10^5$ células/mL). Entre os dias 6 e 9, as larvas são co-alimentadas com náuplios de *Artemia* (0,1-1,0 /mL). Do 10° ao 27° DAE, é oferecido metanáuplio de *Artemia* enriquecida (1-10 /mL). Do 16° ao 27° dia, além da *Artemia*, as larvas são alimentadas com ração comercial (300-500 μm) até que possam ser alimentadas exclusivamente com ração comercial. Após 30 dias, os juvenis estão com aproximadamente 1 g e os bons resultados de sobrevivência na larvicultura estão entre 20 e 35% (Benetti et al., 2010; Sampaio et al., 2016). Após o berçário, os peixes estão prontos para serem transferidos para uma unidade de engorda em tanques-rede no mar, onde a densidade de estocagem final é de 5 kg/m³, com peixes alcançando entre 4 e 6 kg em 12 meses. A engorda do bijupirá também pode ser realizada em RAS com

densidade final de estocagem de até 30 kg/m³ (Díaz-Muñoz et al., 2019). A alimentação dos peixes durante a engorda deve ser feita com uma ração comercial específica para peixes carnívoros marinhos. Caso a ração não supra todas as exigências nutricionais do bijupirá, a alimentação dos peixes pode ser complementada com sardinha, lula ou com rejeito de pesca disponível na região (Sampaio et al., 2011). Todavia, essa prática alimentar não é ambientalmente correta e não incentivada pela FAO, pois o uso de alimento fresco não permite o alcance de boas taxas de conversões alimentares, além de maior poluição do ambiente de cultivo.

Garoupa-verdadeira (*E. marginatus*)

A garoupa-verdadeira (Figura 2) é uma espécie de peixe marinho que pertence à família Serranidae. Tem ampla distribuição geográfica, ocorrendo no Atlântico Nordeste, Mar Mediterrâneo, litoral do continente Africano, no Sudoeste do Oceano Índico e no Atlântico Sudoeste. No continente Sul-americano, tem ocorrência do Sul da Bahia até a Patagônia Argentina (Figueiredo; Menezes, 1980; Irigoyen et al., 2005; Condini et al., 2013).

Essa espécie territorialista é encontrada em fundos rochosos ou associada a recifes, apresenta hábito alimentar carnívoro, é hermafrodita protogínica (inicia a vida reprodutiva como fêmea e em um determinado momento muda de sexo), possui alto valor de mercado e grande importância ecológica (Condini et al., 2018).



Fonte: evato.com

Figura 2: Garoupa-verdadeira (*Epinephelus marginatus*).

Devido à pesca indiscriminada e à destruição do seu habitat natural, a garoupa-verdadeira foi incluída em 2014 na lista de espécies ameaçadas, sendo categorizada como vulnerável de acordo com a portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 445 (Brasil, 2014). Por causa da importância desta e de outras espécies de garoupas, vários países têm desenvolvido estudos sobre: ecologia e gestão da pesca (Andrade et al., 2003; Condini et al., 2018); reprodução e larvicultura visando à sua produção comercial (Cabrita et al., 2009; Kerber et al., 2012; Cunha et al., 2013); e também projetos para repovoamento em áreas degradadas (Mesa et al., 2008; Riede et al., 2017).

Das seis espécies de garoupas encontradas no Mediterrâneo, a garoupa-verdadeira é a que tem maior potencial para a aquicultura comercial e para programas de gestão da zona costeira (Pierre et al., 2008; Rimmer; Glamuzina, 2017; Condini et al., 2018). Atualmente, juvenis de garoupa-verdadeira *E. marginatus* são produzidos na Itália para projetos de repovoamento, não existindo engorda comercial dessa espécie no Mediterrâneo (Rimmer; Glamuzina, 2017).

No Brasil, uma ONG desenvolve um projeto de conservação e gestão através do repovoamento da garoupa-verdadeira (Riede et al., 2017). Os juvenis liberados no mar são produzidos por uma empresa privada localizada em Ilha Bela - SP que detém a tecnologia de produção da espécie.

Reprodução

No Brasil, a disponibilidade de formas jovens de garoupa-verdadeira a partir de desovas em laboratório privado iniciou em 2017 (Rimmer; Glamuzina, 2017). Os reprodutores selvagens, pesando entre 1,9 e 21,0 kg, podem ser obtidos por meio de captura com linha e anzol e posteriormente mantidos em tanques com volume a partir de 40.000 L, em densidades entre 1,1 e 2,3 kg/m³. As fêmeas estão aptas à reprodução a partir de 3,5 kg. Os machos são maiores e identificados a partir da liberação de sêmen obtida por meio de leve massagem abdominal. Indivíduos machos também podem ser obtidos através da técnica de inversão sexual com o hormônio 17- α metil testosterona em fêmeas jovens (Sanches et al., 2009a). Após a inversão, o sêmen dos machos pode ser coletado e crioconservado para uso posterior, no momento da fertilização artificial (Sanches et al., 2009b). A proporção sexual varia bastante e pode ser de até sete fêmeas para cada macho (Marino et al., 2003;

Kerber et al., 2012).

Os reprodutores maturam durante a primavera e desovam durante o verão ($\approx 26\text{ }^{\circ}\text{C}$). Para facilitar o manejo dos reprodutores, recomenda-se o uso de anestésico. As fêmeas podem ser induzidas quando o diâmetro médio dos ovócitos está acima de $325\text{ }\mu\text{m}$. O hormônio utilizado para a indução de desova é o análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante (LH-RHa) em aplicação única de $50\text{ }\mu\text{g/kg}$ para fêmeas (Cerqueira et al., 2017).

A extrusão dos ovócitos é realizada a partir de 40 h após a indução. Após a extrusão, a fertilização dos ovos é feita com sêmen descongelado (que estava crioconservado) (Kerber et al., 2012). Além da reprodução induzida, recentemente foi descrita a possibilidade de desova espontânea de reprodutores da garoupa-verdadeira em centros de pesquisa nas Ilhas Canárias, na Espanha, e no Brasil (Herrera, 2015; Kerber, 2020).

Larvicultura

Os ovos fertilizados são incubados em tanques cilindro-cônicos e a eclosão ocorre cerca de 24 h após a fertilização. As larvas vitelínicas são estocadas em tanques de larvicultura na densidade de 10-50 larvas/L e iniciam a alimentação exógena após 48 h da eclosão.

É utilizado o sistema de água verde composto pelas microalgas *Isochrysis galbana*, *N. oculata* e *Tetraselmis chui* na densidade de 100 a 200.000 células/mL, não tendo a necessidade de renovação da água nos primeiros 7 dias de larvicultura. Após este período, a renovação diária da água aumenta gradativamente até atingir 200% ao dia no final da larvicultura. A larva recém-eclodida tem cerca de 1,5 mm de comprimento (Marinho et al., 2000; Kerber et al., 2012; Herrera, 2015).

O primeiro alimento oferecido às larvas é o rotífero *B. rotundiformis* (1 a 10/mL) enriquecido com emulsão lipídica comercial. A partir do 16° dia, inicia-se o fornecimento de náuplio e, posteriormente, do metanáuplio de *Artemia* enriquecido (0,1 a 0,7/mL). No 20° dia após a eclosão, pode-se iniciar a transição alimentar entre o alimento vivo e a ração. Com o crescimento das larvas, é feito o ajuste na granulometria da ração oferecida ($80\text{-}200\text{ }\mu\text{m}$) até que o for-

necimento de metanúplios de *Artemia* seja interrompido por volta do 30º dia após a eclosão. Após esse período, as larvas/juvenis passam a se alimentar exclusivamente de ração. O canibalismo pode ocorrer quando a disponibilidade de alimentos não é adequada ou a transição alimentar for feita de forma abrupta. Durante essa fase, não é necessário tratamento profilático ou terapêutico. A larvicultura dura de 40 a 60 dias (Marino et al., 2000; Kerber et al., 2012; Herrera, 2015).

Berçário e engorda

Quando os juvenis têm 2 g, são transferidos para os tanques de berçário ou pré-engorda. Nesta fase, os juvenis são muito resistentes e se alimentam exclusivamente com ração comercial para peixe marinho. Atualmente, o berçário dessa espécie tem sido realizado em sistemas de recirculação. Quando os juvenis atingem 80 g, já podem ser enviados para as estruturas de engorda com baixas taxas de mortalidade (Kerber, 2020).

No Brasil, em 2017 foram produzidos comercialmente cerca de 30.000 juvenis de garoupa-verdadeira. Apesar do domínio da tecnologia para a produção de formas jovens, ainda não existe engorda comercial dessa espécie no Brasil (Rimmer; Glamuzina, 2017). Neste momento, uma empresa está desenvolvendo tecnologia para viabilizar a engorda da garoupa-verdadeira até 1 kg em 2 anos, com temperatura média de 25 °C (Kerber, 2020).

Robalo-flecha (*C. undecimalis*)

Os robalos são peixes teleósteos, carnívoros e possuem diversas características que os qualificam para a aquicultura. No Brasil, dentre as espécies do gênero *Centropomus*, duas delas têm sido objeto de pesquisas para criação em cativeiro, o robalo-flecha *C. undecimalis* e o robalo-peva *C. parallelus* (Cerqueira; Tsuzuki, 2009). Nos últimos anos, o robalo-flecha (Figura 3) tem recebido mais atenção tanto do setor produtivo como de instituições de pesquisa por causa da disponibilidade de formas jovens e por alcançar maior tamanho quando comparado ao robalo-peva (Cerqueira et al., 2017).



Figura 3: Robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*).

O robalo-flecha é encontrado em águas costeiras do Sudeste dos Estados Unidos até o Sul do Brasil, em regiões marinhas, estuarinas, lagunares e em rios próximos à costa (Rivas, 1986). Possui grande relevância ecológica em ambientes costeiros tropicais e subtropicais na costa Oeste do continente americano (Passini et al., 2019). A espécie foi incluída entre as que possuem potencial para a piscicultura marinha no Brasil (Cavalli e Hamilton, 2007), pois apresenta alto valor de mercado, se adapta bem ao cativeiro, é eurialina (capaz de viver em ambientes com grandes variações de salinidade), aceita com facilidade alimentos inertes e apresenta boa taxa de conversão alimentar (Alvarez-Lajonchère; Tsuzuki, 2008).

Em um estudo sobre a biologia reprodutiva do robalo-flecha, Taylor et al. (2000) definiram a espécie como hermafrodita protândrica, pois são peixes que iniciam a vida reprodutiva como machos e posteriormente mudam de sexo. Os reprodutores de robalo-flecha desovam no mar, em enseadas próximas a desembocaduras de rios, com temperaturas entre 25 e 30 °C e salinidade em torno de 35 g/L independente da maré ou do ciclo lunar (Taylor et al., 1998).

O entendimento dessas características reprodutivas foi fundamental para o controle da reprodução em cativeiro dessa espécie. Na atualidade, Brasil, México e Estados Unidos possuem a tecnologia para a produção de juvenis em cativeiro (Ibarra-Castro et al., 2011; Rhody et al., 2014; Cerqueira et al., 2017).

Vários estudos sobre manejo alimentar, parâmetros de qualidade de água, densidade de estocagem e nutrição foram realizados com juvenis na fase de berçário (Oliveira et al., 2019; Hans et al., 2020; Costa-Filho et al., 2017; Lemus et al., 2017). Também foram realizados estudos com objetivo de

produzir lotes monosexo (feminização) com juvenis de robalo-flecha (Vidal-Lopez et al., 2012; Carvalho et al., 2014). Outro aspecto interessante sobre o robalo-flecha é a capacidade de ser criado (berçário e engorda) em ambientes de água doce (Tucker, 1987). Em um estudo que buscou avaliar os níveis de dureza na água, verificou-se que juvenis de robalo-flecha mantidos em 100 mg CaCO₃/L apresentaram crescimento similar aos criados em água marinha (Michelotti et al., 2018).

Reprodução

No Brasil, a disponibilidade de formas jovens de robalo-flecha a partir de desovas em laboratório iniciou em dezembro de 2011. Os reprodutores devem ser mantidos em tanques circulares de 36.000 L, em sistema de recirculação, em uma densidade de 2,5 kg/m³. O peso dos reprodutores é em média 3,0 kg para machos e 7,0 kg para fêmeas e a proporção sexual deve ser de três machos para cada fêmea. Os reprodutores necessitam de uma alimentação rica em proteínas e ácidos graxos, incluindo peixes, lula e camarão, geralmente misturados a uma ração farelada com 45% de proteína bruta (Cerqueira et al., 2017).

Os reprodutores estão aptos para indução hormonal durante a estação reprodutiva (a partir de novembro até o início de março para a região Sul do Brasil). Para facilitar o manejo, durante biometrias e avaliação do grau de maturação sexual, recomenda-se o uso de anestésico. As fêmeas podem ser induzidas quando o diâmetro médio dos ovócitos for maior que 400 µm e os machos são selecionados quando liberam sêmen (em pequenos volumes) após massagem abdominal. O hormônio utilizado para a indução de desova é o análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante LH-RHa em dosagem única de 50 µg/kg para fêmeas e até 25 µg/kg para machos.

As desovas, com fertilização natural, ocorrem de 36 a 60 h após a indução, com temperatura em torno de 26 °C. Deve-se estar atento à qualidade das desovas, observando a flutuabilidade dos ovos. Com esse protocolo, é possível alcançar taxas de fertilização e eclosão acima de 90% para ambos os parâmetros (Ibarra-Castro et al., 2011; Cerqueira et al., 2017).

Larvicultura

Os ovos fertilizados podem ser incubados diretamente nos tanques de larvicultura ou em tanques cilindro-cônicos e a eclosão ocorre em cerca de 16-18 h (a 26 °C). Após a eclosão, recomenda-se o uso de tanques circulares para a criação das larvas. A densidade inicial de estocagem deve ser entre 20-50 larvas/L. A larva recém-eclodida tem cerca de 1,7 mm de comprimento e cerca de 2,5 mm após três dias, consumindo apenas sua reserva vitelina. Não há necessidade de renovação de água nos primeiros 7 dias de larvicultura e, após este período, a renovação diária de água aumenta gradativamente de 10% até 300% ao dia até o fim da larvicultura. Utiliza-se o sistema de água verde com adição diária da microalga *N. oculata* (500.000 células/mL) enquanto estiver sendo oferecido o primeiro alimento, o rotífero *B. rotundiformis* (1 a 10/mL). Após 15 e 20 dias, deve-se fornecer náuplios de *Artemia* (0,5 a 1,0 /mL) e metanáuplios (1,0 a 5,0 /mL) enriquecidos com ácidos graxos, respectivamente. Após aproximadamente 30 dias, pode-se iniciar a transição alimentar para a ração comercial (200 a 600 µm); é comum o canibalismo entre as larvas nesta fase. A partir dos 35 dias, as larvas podem se alimentar exclusivamente de ração. Durante a larvicultura, recomenda-se manter a temperatura da água em torno de 28 °C (Ibarra-Castro et al., 2011; Cerqueira et al., 2017).

Berçário e engorda

O berçário do robalo-flecha pode ser feito em sistema intensivo com controle de temperatura (≈30°C), produzindo juvenis (30-50 g) mais preparados para a fase da engorda. Esta etapa pode ser realizada em sistemas semi-intensivo ou intensivo, tanto em viveiros escavados ou em tanques-rede, sendo necessária atenção especial com a temperatura, uma vez que o crescimento dos peixes reduz sensivelmente em temperaturas abaixo de 26 °C. Recomenda-se que a engorda seja realizada em regiões de clima tropical, onde as temperaturas são altas (maiores que 26°C) e apresentam pouca oscilação térmica, conforme informado por Gabriel Passini (comunicação pessoal). Uma alternativa para contornar essa limitação é realizar o berçário e a pré-engorda em RAS, onde é possível controlar a temperatura da água. Em um estudo em RAS, 500 juvenis (5,7 g) foram mantidos por 12 meses em um tanque de 9,6 m³, a 28 °C, atingindo 366 g de peso final, uma taxa de sobrevivência de 96% e com densidade final de 13,8 kg/m³. Entretanto,

devem-se avaliar os custos para engordar os peixes em RAS, principalmente devido ao alto investimento de instalação e manutenção (Passini et al., 2019).

Um pacote tecnológico preliminar para a produção de juvenis do robalo-flecha em escala comercial já se encontra disponível, podendo subsidiar investimentos privados e fomentar o avanço da pesquisa científica. Entretanto, em algumas áreas, como na engorda, ainda são necessários informações e conhecimento sobre nutrição e alimentação.

Além disso, a estruturação de programas de melhoramento genético deve ser realizada para melhorar o desempenho da espécie, visando a selecionar características favoráveis ao crescimento. Apesar dessas lacunas técnicas, os estudos disponíveis relatam resultados promissores, o que pode viabilizar iniciativas de criação desta espécie.

Tainha (*M. liza*)

Os peixes da família Mugilidae, conhecidos popularmente como tainhas ou paratis, possuem grande importância na pesca comercial e artesanal na costa brasileira. As espécies mais abundantes nas capturas e nos desembarques são as tainhas *M. liza* (Figura 4) e *Mugil platanus*. A partir de 2010, depois de uma revisão taxonômica do gênero *Mugil*, vários autores concluíram que as tainhas *M. liza* e *M. platanus* tratam-se da mesma espécie, sendo assim a *M. platanus* foi renomeada como *M. liza* (Fraga et al., 2007; Heras et al., 2009; Menezes et al., 2010).

¹ Comunicação pessoal feita em lista de discussão pelo Dr. Gabriel Passini, bolsista DTI-A do CNPq, Embrapa Pesca e Aquicultura, Tocantins, TO, em 26 de junho de 2020



Foto: iStock.com

Figura 4: Tainha (*Mugil liza*).

Além da saborosa carne, a gônada feminina (ova) da tainha é bastante apreciada no Brasil e em países como Taiwan, França, Grécia, Itália e Espanha, sendo conhecida popularmente como o “caviar brasileiro”. Há mais de uma década toda a tainha capturada pela frota industrial é destinada ao processamento das ovas e moelas para exportação (Plano..., 2014). No ano de 2004, essa espécie foi considerada pelo Ministério do Meio Ambiente como sobre-explotada (IN MMA nº5 05/2004) (Brasil, 2004).

As tainhas são peixes costeiros, encontrados em ambientes costeiros marinhos e estuarino-lagunar na região do Golfo do México e na costa Atlântica da América do Sul (Menezes; Figueiredo, 1985; Menezes et al., 2010), onde formam cardumes e possuem hábitos migratórios. Quando adultos são oceânicos e, quando juvenis, vivem em estuários. O hábito alimentar se diferencia de acordo com a fase do ciclo de vida, passando de planc-tófagos quando jovens a iliófagos na fase adulta. Podem atingir cerca de 1m de comprimento e 6 kg de peso, sendo comuns exemplares de 50 cm (Menezes; Figueiredo, 1985; Ledo et al., 1993; Oliveira; Soares, 1996).

A criação de Mugilídeos é uma realidade em vários países do mundo, sendo o Egito o maior produtor de *Mugil cephalus* (FAO, 2011), seguido pela Coreia, Taiwan, Israel e China. Segundo dados da FAO, foram produzidas mais de 114 mil toneladas dessa espécie em 2018 (FAO/Fishstat, 2020). Nos Estados Unidos, a produção em laboratório de juvenis *M. cephalus* já foi realizada de forma comercial, embora a espécie não seja apreciada na gastronomia deste país (Lee; Ostrowski, 2001). Além da sua importância como recurso pesque-

iro no Brasil, a tainha *M. liza* apresenta características que a qualificam como uma alternativa para a piscicultura, como: ampla tolerância à salinidade e à temperatura; elevada robustez; fácil manejo alimentar, pois aceita dieta inerte; possibilidade de criação em monocultivo em viveiros escavados ou policultivo em sistemas extensivos (Sampaio et al., 2001; Sampaio et al., 2002; Carvalho et al., 2010). Atualmente, tem-se verificado experimentalmente a possibilidade de criar a tainha em sistemas de bioflocos com camarão (Borges et al., 2020).

Reprodução

No Brasil, estudos sobre reprodução induzida e larvicultura em laboratório de *M. liza* começaram no final da década de 1970 (Benetti; Fagundes Netto, 1980; Andreatta et al., 1981) e novas pesquisas foram realizadas uma década mais tarde (Godinho et al., 1993). Nessas investigações, tainhas maduras eram capturadas na época de reprodução e induzidas à desova com a utilização de hormônios. Contudo, havia muita dificuldade na manutenção e maturação dos reprodutores em laboratório e na criação das larvas (Godinho et al., 1993).

Em 2014, as pesquisas sobre a reprodução da espécie foram retomadas. Com os avanços tecnológicos, foi possível maturar reprodutores selvagens em laboratório, controlar a reprodução, obter desovas massivas e produzir juvenis com êxito (Carvalho et al., 2019).

Reprodutores entre 45 e 56 cm de comprimento e pesando entre 1,6 e 2,5 kg podem ser mantidos em tanques circulares de 12 m³, em uma densidade de 2,5/m³, proporção sexual de três machos para cada fêmea. As fêmeas são consideradas aptas para a indução quando apresentam ovócitos com diâmetro médio maior que 600 µm. A primeira dosagem é aplicada nas fêmeas (20 mg/kg de Extrato de Hipófise de Carpa, EHC) e 24 h depois é aplicada a segunda (300 µg/kg de um análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante, LH-RHa). Os machos são induzidos com 150 µg/kg de LH-RHa quando as fêmeas recebem a segunda aplicação de EHC. A desova e a fertilização são naturais e ocorrem entre 54 e 57 h após a primeira aplicação, quando a temperatura da água estiver a 23 °C (Cerqueira et al., 2017; Carvalho et al., 2019). Os ovos são pelágicos e translúcidos com diâmetro médio de 846,29 ± 14,34 µm. Devem ser incubados em tanques cilindro-cônicos com volume

variado (60 a 2.000 L) e com densidade de estocagem de até 1.000 ovos por litro. A incubação dura aproximadamente 45 h a 20 °C em salinidade de 35 g/L, alcançando taxas de eclosão de até 96%. As larvas eclodem com comprimento de 2,5 mm (Cerqueira et al., 2017; Carvalho et al., 2019).

Larvicultura

A larvicultura pode ser feita em tanques circulares com volumes entre 1.000 e 5.000 L, com uma densidade de 15 larvas/L. A primeira alimentação é feita três dias após a eclosão com o rotífero *Brachionus rotundiformis* (5 a 30/mL) enriquecido com emulsões comerciais. A reserva vitelina se extingue após cinco dias e a gota de óleo entre oito e 11 dias após a eclosão da larva. Náuplios de *Artemia* (2 a 3/mL) são oferecidos a partir de 17 dias, posteriormente é oferecido metanáuplio de *Artemia* enriquecido com emulsões comerciais. O sistema de água verde é utilizado nos primeiros dias de larvicultura a partir da adição diária de microalgas (2,0 a 5,0 x 10⁵ células/mL). Uma ração comercial com tamanho inicial de 300 µm é oferecida a partir do 18° dia. O ajuste da granulometria da ração é feito de acordo com o crescimento da larva/juvenil. A larvicultura tem duração de 45 a 60 dias com uma sobrevivência de 20%. Os juvenis com comprimento entre 20 e 30 mm são resistentes e podem ser estocados em viveiros para iniciar o berçário (Carvalho et al., 2019).

Berçário e engorda

Durante as décadas de 1980 e 1990, foram feitas várias tentativas de criação da tainha em viveiros escavados em mono e policultivo (com espécies de outros níveis tróficos) e em tanques-rede nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Pernambuco e São Paulo (Miranda-Filho et al., 2020). Apesar destes estudos, ainda não foi possível estruturar um pacote tecnológico específico para as fases de berçário e engorda da tainha.

Para o desenvolvimento de sistemas de engorda, ainda são necessários estudos sobre alimentação, nutrição e programas de melhoramento genético. Todavia, esses aspectos não consistem em impedimentos graves para a criação da espécie, que, embora ainda não seja produzida comercialmente no Brasil, possui tecnologia para a produção de juvenis em larga escala e um mercado promissor. Apesar de apresentar um menor valor de mercado quando comparada às espécies carnívoras, a tainha é uma espécie que tem alta

demanda para carne, moela e principalmente para a ova.

PRINCIPAIS DESAFIOS DA PISCICULTURA MARINHA NO BRASIL

No país, apesar da criação de peixes marinhos em cativeiro ainda não fazer parte dos dados estatísticos (FAO, 2020), essa atividade tem potencial, mercado consumidor e é viável em diferentes locais e sistemas de produção (Cavalli, 2012; Hamilton et al., 2013).

Em termos quantitativos, percebe-se que a piscicultura marinha regrediu. Segundo Cavalli (2012), o sentimento de frustração com a atividade no Brasil pode ser fruto das expectativas criadas com relação a muitas iniciativas relacionadas ao bijupirá que acabaram não produzindo o efeito esperado. Entretanto, todas as ações realizadas serviram de aprendizado e orientação para novas demandas. Com o amadurecimento do setor e o conhecimento que se tem hoje, é possível detectar problemas ou áreas que devem ser melhoradas ou que precisam ser desenvolvidas.

O primeiro problema identificado é com relação à regularização da aquicultura nacional. Apesar do Decreto nº 4895 de 2003 que regulamenta a cessão de água de domínio da União representar um importante marco legal para a aquicultura em mar aberto, os procedimentos para obtenção de concessões e licenças de áreas de cultivo de modo geral (em mar aberto, viveiros escavados, RAS ou tanques-rede) continuam sendo um dos entraves ao desenvolvimento da atividade (Cavalli, 2012). Diante disso, é preciso propor ações que tornem o processo de licenciamento mais ágil e menos burocrático para o aquicultor. Segundo Marcondes e Rombenso (2016), esses processos podem levar de dois a sete anos. Isto justifica o porquê de cerca de 70 a 80% da atividade aquícola no Brasil ser ilegal (Pimentel, 2018). A regularização da atividade garante segurança jurídica, acesso ao crédito e financiamento do empreendimento por parte de investidores.

Outro ponto imprescindível é a criação de parcerias entre diferentes organizações da cadeia e diálogo entre as instituições de pesquisa e o setor privado.

O setor privado é detentor da lógica para criar produtos inovadores com vo-

cação comercial; já as instituições de pesquisa possuem os fundamentos do conhecimento para tal (Closs; Ferreira, 2012). O instituto de pesquisa gera o conhecimento, a iniciativa privada é responsável pela inovação transformando a pesquisa em produtos e serviços e o Estado aparece como responsável pelo incentivo ao desenvolvimento científico e tecnológico do país por meio de financiamento e de formulação de políticas públicas (Berni et al., 2015). Essa geração do conhecimento deve ser contínua e com foco na estruturação de pacotes tecnológicos para as diferentes espécies nativas de peixes marinhos. Somente dessa forma os conhecimentos gerados poderão ser transformados em produtos e serviços e serão absorvidos pelo setor produtivo.

Outro limitante para a expansão da piscicultura marinha é a dependência de insumos de ótima qualidade, com destaque para a farinha e o óleo de peixe. Estes ingredientes possuem preços elevados, significativa oscilação na qualidade da matéria-prima e disponibilidade limitada no país, tornando onerosa a formulação de rações eficientes e com custos acessíveis, sobretudo para peixes carnívoros marinhos. Apesar do Brasil ter disponibilidade e acesso a outras fontes de proteína (vegetais e animais), a substituição da farinha e óleo de peixe nem sempre atendem às necessidades nutricionais dos peixes marinhos, comprometendo o desempenho zootécnico e a viabilidade dos empreendimentos. Insumos específicos para as fases iniciais de criação das larvas (enriquecedores e rações) são essenciais para o êxito na produção de formas jovens, não são encontrados no Brasil e só podem ser obtidos por importação, tornando onerosos os custos desta etapa (Cavalli et al., 2011).

Por anos, acreditou-se na hipótese de que a limitação para o avanço da atividade no Brasil era a carência ou a produção instável de formas jovens. Muito esforço foi feito para o desenvolvimento de tecnologias para o controle da reprodução de espécies nativas no Brasil como o bijupirá, a garoupa-verdadeira, o robalo-flecha e a tainha (Cerqueira et al., 2017). Essas tecnologias estão à disposição do setor produtivo e investidores, podendo viabilizar investimentos para produção de juvenis. Além destas espécies, existem outras que podem ser criadas em diferentes regiões do Brasil e em diferentes sistemas de cultivo, tanto em viveiros estuarinos em sistemas semi-intensivos, quanto em tanques-rede no mar ou em sistemas de recirculação para criação intensiva. Outro ponto importante de se considerar é a continuidade das pesquisas que

irão gerar o pacote tecnológico de uma determinada espécie, seja por recursos privados ou públicos. Ainda existem gargalos em diferentes áreas, como em relação à nutrição dos peixes, principalmente na fase da engorda; problemas relacionados à sanidade; programas de melhoramento genético; otimização dos resultados de produtividade na reprodução, larvicultura, berçário e engorda; entre outros.

Entretanto, a despeito dos vários desafios a serem superados, os atuais gargalos não impedem o desenvolvimento da piscicultura marinha no Brasil. Com o avanço da atividade, protocolos específicos para cada etapa da produção podem ser desenvolvidos e/ou complementados.

PERSPECTIVAS PARA A PISCICULTURA MARINHA NO BRASIL

A piscicultura marinha deve ser vista como uma atividade viável e sustentável para a produção de alimentos. Por ser uma atividade ainda incipiente, existe carência de insumos e serviços especializados para o setor. Além disso, a regularização da atividade é imprescindível para atrair investidores (Cavalli et al., 2011).

Experiências com outras espécies demonstram que são necessários investimento e tempo para a consolidação de uma atividade marinha. Por exemplo, a criação do pargo (*Sparus aurata*) e do robalo-europeu (*Dicentrarchus labrax*) que levou mais de 15 anos para se estabelecer na Europa (Cavalli, 2012). Apesar de todos os gargalos que ainda existem, as perspectivas para a piscicultura marinha no Brasil são positivas. Espera-se que o desenvolvimento da atividade estimule todos os setores vinculados à cadeia produtiva (Cavalli et al., 2011).

É necessário fortalecer a cadeia produtiva do bijupirá para dar continuidade ao desenvolvimento sustentável da atividade que servirá de base para fomentar a criação de outras espécies. À medida que forem sendo superados os obstáculos iniciais, haverá necessidade de se diversificarem os sistemas de criação e as espécies que poderão ser criadas em diferentes regiões do país.

Uma primeira alternativa pode ser a garoupa-verdadeira, que já possui produ-

ção comercial de formas jovens e atualmente vem tendo avaliada a viabilidade da sua engorda em sistemas de recirculação de água (Cavalli, 2012; Kerber, 2020).

Outra opção a curto prazo é incentivar a piscicultura marinha utilizando viveiros estuarinos, sobretudo na região Nordeste, que estão ociosos devido a enfermidades que acometem as fazendas de camarão marinho. Nesses viveiros, poderiam ser criadas espécies estuarinas, como o robalo-flecha e a tainha (Cavalli e Hamilton, 2007; Nunes, 2014).

Com relação ao desenvolvimento de tecnologia, atualmente está sendo realizada a construção do Laboratório de Piscicultura Marinha na Embrapa Tabuleiros Costeiros, localizado em Aracaju – SE, com recursos do Fundo de Tecnologia do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Funtec/BNDES), viabilizado pelo Projeto BRS Aqua. Nele, serão desenvolvidas pesquisas aplicadas à produção de espécies nativas de peixes marinhos, incluindo o bijupirá e a garoupa-verdadeira. Além destas iniciativas, é interessante o fortalecimento das instituições de ensino e pesquisa que tradicionalmente atuaram e atuam em piscicultura marinha e o financiamento de projetos de médio e longo prazo para poder haver continuidade no desenvolvimento das pesquisas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A piscicultura marinha no Brasil é uma atividade com grande potencial econômico e socioambiental, podendo contribuir de forma significativa para geração de emprego e renda. Além disso, com a crescente demanda por produção de alimentos, essa atividade aquícola poderá contribuir com um pescado de qualidade.

Sendo assim, para que a produção de peixes marinhos seja uma realidade no país, é fundamental o apoio governamental para a regularização da atividade; incentivo à pesquisa aplicada voltada à resolução das lacunas tecnológicas; maior diálogo entre as instituições de pesquisa e o setor privado; formação e utilização de mão de obra qualificada na execução dos projetos e empreendimentos; além de incentivos a todos os elos da cadeia produtiva.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.; TSUZUKI, M. Y. A review of methods for *Centropomus spp.* (snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin America. **Aquaculture Research**, v. 39, n. 7, p. 684-700, 2008.
- ANDRADE, A. B.; MACHADO, L. F.; HOSTIM-SILVA, M.; BARREIROS, J. P. Reproductive biology of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, n. 3, p. 373-381, 2003.
- ANDREATTA, E. R.; ROCHA, I. P.; RODRIGUES, J. B. R. Ensaio sobre desova induzida de tainha, *Mugil brasiliensis* Spix et Agassiz (1931). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E PESCA,2., 1981, Recife. Anais. Recife: [s.n.], 1981. p.463-468.
- ARENDDT, M. D.; OLNEY, J. E.; LUCY, J. A. Stomach content analysis of cobia, *Rachycentron canadum*, from lower Chesapeake Bay. **Fishery Bulletin**, v. 99, n. 4, p. 665-670, 2001.
- ARNOLD, C. R.; KAISER, J. B.; HOLT, G. J. Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. **Journal of World Aquaculture Society**, v. 33, n. 2, p. 205-208, 2002.
- BARROSO, G. F.; POERSCH, L.; CAVALLI, R. **Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil**: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. 316 p.
- BENETTI, D. D.; FAGUNDES NETTO, E. B. Considerações sobre desova e alevinagem da tainha (*Mugil liza Valenciennes*, 1836) em laboratório. **Instituto de Pesquisas da Marinha Rio de Janeiro**, v.135, p. 1-26, 1980.
- BENETTI, D. D.; ORHUN, M. R.; SARDENBERG, B.; O'HANLON, B.; WELCH, A.; HOENIG, R.; ZINK, I.; RIVERA, J. A.; DENLINGER, B.; BACCOAT, D.; PALMER, K.; CAVALIN, F. Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). **Aquaculture Research**, v. 39, n. 7, p. 701-711, 2008.
- BENETTI, D.; SARDENBERG, B.; HOENIG, R.; WELCH, A.; STIEGLITZ, J.; MIRALAO, S.; FARKAS, D.; BROWN, P.; JORY, D. Cobia (*Rachycentron canadum*) hatchery-to-market aquaculture technology: recente advances at the University of Miami Experimental Hatchery (UMEH). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 60-67, 2010.
- BERNI, J. C. A. B.; GOMES, C. M.; PERLIN, A. P.; KNEIPP, J. M. Interação universidade-empresa para a inovação e a transferência de tecnologia. **Revista Gestão Universitária da América Latina**, v. 8, n.2, p. 258-277, 2015.
- BORGES, A. A. B.; ROCHA, J. L.; PINTO, P. H. O.; ZACHEU, T.; CHEDE, A. C.; MAGNOTTI, C. C. F.; CERQUEIRA, V. R.; ARANA, L. A. V. Integrated culture of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and mullet *Mugil liza* on biofloc technology: Zootechnical performance, sludge generation, and *Vibrio spp.* reduction. **Aquaculture**, v. 524, n.15, 735234, 2020.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº 5**, de 21 de maio de 2004. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033927.pdf. Acesso em: 15 jul. 2020.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA nº 445**, de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial da União, 18 dez. 2014. Sessão 1, p.126. Disponível em: <http://www.cppnacional.org.br/legislacao/portaria-mma-n%C2%BA-445-de-17-de-dezembro-de-2014>. Acesso em: 15 jul. 2020.
- CABRITA, E.; ENGROLA, S.; CONCEIÇÃO, L. E. C.; POUSÃO-FERREIRA, P.; DINIS, M.T. Successful cryopreservation of sperm from sex-reversed dusky grouper, *Epinephelus marginatus*. **Aquaculture**, v. 287, n. 1-2, p.152-157, 2009.
- CARVALHO FILHO, A. **Peixes da Costa brasileira**. 3. ed. São Paulo, SP: Editora Melro, 1999. 320p.
- CARVALHO FILHO, J. O êxito da primeira desova do bijupirá. **Panorama da Aquicultura**, v. 16, n. 97, p. 40-45, out. 2006.
- CARVALHO, C. V. A.; BIANCHINI, A.; TESSER, M. B.; SAMPAIO, L. A. The effect of protein levels on growth, postprandial excretion and tryptic activity of juvenile mullet *Mugil platanus* (Gunther). **Aquaculture Research**, v. 41, n. 4, p. 511-518, 2010.
- CARVALHO, C. V. A.; PASSINI, G.; COSTA, W. C.; VIEIRA, B. N.; CERQUEIRA, V.R. Effect of estradiol-17 β on the sex ratio, growth and survival of juvenile common snook (*Centropomus undecimalis*). **Acta Scientiarum-Animal Sciences**, v. 36, n. 3, p. 239-245, 2014.
- CARVALHO, C. V. A.; PASSINI, G.; STERZELECKI, F. C.; BALOI, M. F.; CERQUEIRA, V. R. Maturation, spawning and larviculture of the mullet *Mugil liza* under laboratory conditions. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 43, n. 1, p. 31-36, 2019.
- CAVALLI, R. O.; HAMILTON, S. Piscicultura marinha no Brasil: Afinal, quais as espécies boas para cultivar? **Panorama da Aquicultura**, v. 17, n. 104, p. 50-55, dez. 2007.
- CAVALLI, R. O.; HAMILTON, S. Piscicultura marinha no Brasil com ênfase na produção do bijupirá. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 6, p. 64-69, 2009.
- CAVALLI, R. O.; DOMINGUES, E. C.; HAMILTON, S. Desenvolvimento da produção de peixes marinhos em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 151-164, 2011.
- CAVALLI, R. O. Beijupirada? **Panorama da Aquicultura**, v.133, 2012. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/beijupirada/>. Acesso em: 9 jun. 2020.
- CAVALLI, R. O.; POERSCH, L. H.S.; FABIOLA, F. H. S. **Manual de tecnologias para o abate, processamento e rastreabilidade do Bijupirá**. Rio Grande. Editora da Furg, 2016. 74p.
- CERQUEIRA, V. R.; TSUZUKI, M. Y. A review of spawning induction, larviculture, and juvenile rearing of the fat snook, *Centropomus parallelus*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 35, n. 1, p. 17-28, 2009.
- CERQUEIRA, V. R.; CARVALHO, C. V. A.; SANCHES, E. G.; PASSINI, G.; BALOI, M.; RODRIGUES, R.V. Manejo de reprodutores e controle da reprodução de peixes marinhos da costa brasileira. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 41, n. 1, p. 94-102, 2017.
- CONDINI, M. V.; FÁVARO, L. F.; VARELA JÚNIOR., A. S.; GARCIA, A. M. Reproductive biology of the dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) at the southern limit of its distribution in the sou-

-th-western Atlantic. **Marine and Freshwater Research**, v. 65, n. 2, p. 142-152, 2013.

CONDINI, M.V.; GARCÍA-CHARTON, J. A.; GARCIA, A. M. A review of the biology, ecology, behavior and conservation status of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834). **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.28, n. 301, p. 301-330, 2018.

CUNHA, M. E.; RÉ, P.; QUENTAL-FERREIRA, H.; GAVAIÁ, P. J.; POUSÃO-FERREIRA, P. Larval and juvenile development of dusky grouper *Epinephelus marginatus* reared in mesocosms. **Journal of Fish Biology**, v. 83, n. 3, p. 448-465, 2013.

CLOSS, L. Q.; FERREIRA, G. C. A. Transferência de tecnologia universidade-empresa no contexto brasileiro: revisão de estudos científicos publicados entre os anos 2005 e 2009. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 2, p. 419-432, 2012.

COSTA FILHO, J.; TSUZUKI, M. Y.; MELLO, G. L.; MILETTI, L. C.; LÜCHMANN, K. H.; LIMA-ROSA, C. A. V. Growth of juvenile common snook (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792) reared at different temperatures and salinities: Morphometric parameters, RNA/DNA, and protein/DNA ratios. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 29, n. 3-4, p. 199-206, 2017.

DÍAZ-MUÑOZ, D. N.; DÁIZ N.; TORRES, O.; LEIVA, J. C.; PALACIOS, H. ROMERO, F.; BENETTI, D. Culture of cobia *Rachycentron canadum* in a recirculation aquaculture system in northern Chile. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 47, n. 5, p. 733-742, 2019.

FAO - **Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans – Trend and prospects**. Rome, 2011. 102p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ba0002e/ba0002e.pdf>. Acesso em 15 out. 2019.

FAO - **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action**. Rome, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>. Acesso em: 16 jun. 2020.

FAO - **Fisheries and aquaculture software. FishStatJ - Software for Fishery and Aquaculture Statistical Time Series**. Rome,2020. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/>. Acesso em: 20 out. 2020.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. São Paulo, SP: Editora Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980. 90 p.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil**. São Paulo, SP: Editora Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 2000. 116 p.

FRAGA, E.; SCHNEIDER, H.; NIRCHIO, M.; SANTA-BRIGIDA, E.; RODRIGUES-FILHO, L. F.; SAMPAIO, I. Molecular phylogenetic analyses of mullets (Mugilidae, Mugiliformes) based on two mitochondrial genes. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 23, n. 5, p. 598-604, 2007.

FRANKS, J. S.; GARBER, N. M.; WARREN, J. R. Stomach contents of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, from the northern Gulf of Mexico. **Fishery Bulletin**, v. 94, n. 2, p. 374-380, 1996.

GODINHO, H. M.; KAVAMOTO, E. T.; ANDRADE-TALMELLI, E. F.; SERRALHEIRO, P. C. S.; PAIVA, P.; FERRAZ, E.M. Induced spawning of the mullet *Mugil platanus* GUNTHER, 1880, in Cananéia, São Paulo, Brazil. **Boletim Instituto de Pesca**, v. 20, p. 59-66, 1993.

HAMILTON, S.; SEVERI, W.; CAVALLI, R.O. Biologia e aquicultura do beijupirá: uma revisão.

Boletim do Instituto de Pesca, v. 39, n. 4, p. 461-477, 2013.

HAMILTON, S.; PEREGRINO JÚNIOR, R. B.; DOMINGUES, E. C.; HAZIN, F. H. V.; VASKE JÚNIOR, T.; SEVERI, W. Feeding habits of cobia in Pernambuco, Northeastern Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 45, n. 1, e. 379, 2019.

HANS, R.; SCHLOESSER, R.; BRENNAN, N.; RIBEIRO, F.; MAIN, K. L. Effects of stocking density on cannibalism in juvenile common snook *Centropomus undecimalis*. **Aquaculture Research**, v. 51, n. 2, p. 844-847, 2020.

HERAS, S.; RODÁN, M. I.; CASTRO, M. G. C. Molecular phylogeny of Mugilidae fishes revised. **Reviews in fish Biology and Fisheries**, v. 19, n. 2, p. 217-231, 2009.

HERRERA, S. J. J. Cultivo del mero en el Centro Oceanográfico de Canarias. **Revista del Instituto Español de Oceanografía**, v. 23, p.114-123, 2015.

HOLT, G. J.; FAULK, C. K.; SCHWARZ, M.H.A. Review of the larviculture of cobia *Rachycentron canadum*, a warm water marine fish. **Aquaculture**, v. 268, n. 1-4, p. 181-187, 2007.

IBGE – **Pesquisa da Pecuária Municipal**: Produção da aquicultura, por tipo de produto. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>. Acesso em: 20 jul. 2020.

IBARRA-CASTRO, L.; ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.; ROSAS, C.; PALOMINO-ALBARRÁN, I. G.; HOLT, G.J.; SANCHEZ-ZAMORA, A. GnRH α -induced spawning with natural fertilization and pilot-scale juvenile mass production of common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792). **Aquaculture**, v. 319, n. 3-4, p. 479-483, 2011.

IRIGOYEN, A. J.; GALVÁN, D. E.; VENERUS, L.A. Occurrence of dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) in gulfs of northern Patagonia, Argentina. **Journal of Fish Biology**, v.67, n.6, p. 1741-1745, 2005.

HERRERA, S. J. J. Cultivo del Mero en el Centro Oceanográfico de Canarias. **Revista Del Instituto Español de Oceanografía**, v. 23, p. 114-123, 2015.

KAISER, J. B.; HOLT, G. J. Species profile: Cobia. **Southern Regional Aquaculture Center Publication**, n. 7202, 2005. Disponível em: <http://www.ca.uky.edu/wkrec/Cobia.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2020.

KERBER, C. E. Avanços recentes no cultivo de garoupas no Brasil. In: BEGOSSI, A.; LOPES, P. F. M. (org.). **Garoupa e pescadores (Epinephelus marginatus)**. São Carlos: Editora RiMa, 2020. p. 89-97.

KERBER, C. E.; SILVA, H. K. A.; SANTOS, P. A.; SANCHES, E. G. Reproduction and larviculture of dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834) in Brazil. **Journal of Agricultural Science and Technology**, p. 229- 234, 2012.

KUBITZA, F. Piscicultura marinha: parceria entre empresas resgata a imagem do bijupirá. **Panorama da Aquicultura**, v. 24, n. 142, p. 14-25, 2014.

LEDO, B. S.; RIBEIRO, G. C.; SILVA, M. H. Padrões de ocorrência espacial e temporal de peixes mugilídeos jovens na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v.6, n. 1, p. 133-146, 1993.

LEE, C. S.; OSTROWSKI, A. C. Current status of marine finfish larviculture in the United States. **Aquaculture**, v.200, n. 1-2, p. 89-109, ago. 2001.

LEMUS, I.; MALDONADO, C.; CUZON, G.; SANCHEZ, A.; GAXIOLA, G. In Vitro and In Vivo feedstuff digestibility for snook, *Centropomus undecimalis*, juveniles. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 49, n. 1, p. 205-215, 2017.

LIAO, I. C.; HUANG, T. S.; TSAI, W. S.; HSUEH, C. M.; CHANG, S. L.; LEAÑO, E. M. Cobia culture in Taiwan: current status and problems. **Aquaculture**, v. 237, n. 1-4, p. 155-165, 2004.

LIAO, I. C.; LEAÑO, E. M. **Cobia aquaculture**: research, development and commercial production. Taiwan: Asian Fisheries Society, 2007. 178 p.

MARCONDES, A. C.; ROMBENSO, A. N. Regulamentação da Aquicultura Brasileira: nadando em águas turvas e turbulentas. **Aquaculture Brasil**, n. 1, p. 41-43, ago. 2016.

MARINO, G.; AZZURRO, E.; FINOIA, M. G.; MESSINA, M. T.; MASSARI, A.; MANDICH, A. Recent advances in induced breeding of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1934). **CIHEAM - Options Méditerranéennes**, v. 47, p. 215-225, 2000.

MARINO, G.; PANINI, E.; LONGOBARDI, A.; MANDICH, A.; FINOIA, M. G.; ZOHAR, Y.; MYLONAS, C. C. Induction of ovulation in captive-reared dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834), with a sustained-release GnRH α implant. **Aquaculture**, v. 219, n. 1-4, p. 841-858, 2003.

MCLEAN, E.; SALZE, G.; SCHWARZ, M. H.; CRAIG, S. R. Cobia cultivation. In: BURNELL, G.; ALLAN, G. (org.). **New Technologies in Aquaculture**, Boca Raton: CRC; Oxford: Woodhead, 2009. 1124p.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. São Paulo, SP: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 1985. 105 p.

MENEZES, N. A.; OLIVEIRA, C.; NIRCHIO, M. An old taxonomic dilemma: the identity of the western south Atlantic lebranche mullet (Teleostei: Perciformes: Mugilidae). **Zootaxa**, v. 2519, n. 1, p. 59-68, 2010.

MESA, G. L.; LONGOBARDI, A.; SACCO, F.; MARINO, G. First release of hatchery juveniles of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Serranidae: Teleostei) at artificial reefs in the Mediterranean: results from a pilot study. **Scientia Marina**, v. 72, n. 4, p. 743-756, 2008.

MIAO, S.; JEN, C. C.; HUANG, C.T.; HU, S. H. Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture in Taiwan. **Aquaculture International**, v. 17, n. 2, p. 125-141, 2009.

MICHELOTTI, B. T.; PASSINI, G.; CARVALHO, C.; SALBEGO, J.; MORI, N. C.; RODRIGUES, R. V.; BALDISSEROTTO, B.; CERQUEIRA, V. R. Growth and metabolic parameters of common snook juveniles raised in freshwater with different water hardness. **Aquaculture**, v. 482, n. 1, p. 31-35, 2018.

MIRANDA-FILHO, K. C.; TESSER, M. B.; SAMPAIO, L. A.; GODINHO, H. M. Tainha. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (org.). **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. 3. edição. Santa Maria: Editora UFSM, 2020. p. 503-517.

NUNES, A. J. P. (e.d.). **Resultados e experiências do Projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: UFC, 2014. 372 p.

OLIVEIRA, I. R.; SOARES, L. S. H. Alimentação da tainha *Mugil platanus*, Günther 1880 (Pisces: Mugilidae) da região estuarino-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 23, p. 95-104, 1996.

OLIVEIRA, R. L. M.; SANTOS, L. B. G.; SILVA NETO, N. G.; SILVA, S. P. A.; SILVA, F. S.; MELATTI, E.; CAVALLI, R. O. Feeding rate and feeding frequency affect growth performance of common snook (*Centropomus undecimalis*) juveniles reared in the laboratory. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, e20170292, 2019.

PASSINI, G.; CARVALHO, C. V. A.; STERZELECKI, F. C.; BALOI, M. F.; CERQUEIRA, V. R. Spermatogenesis and steroid hormone profile in puberty of laboratory-reared common snook (*Centropomus undecimalis*). **Aquaculture**, v. 500, n. 1, p. 622-630, 2019.

PEREGRINO JÚNIOR, R. B.; HAMILTON, S.; DOMINGUES, J. C.; MANZELLA JÚNIOR, J. C.; HAZIN, F. H. V.; CAVALLI, R. O. Desempenho reprodutivo do beijupirá (*Rachycentron canadum*) capturado no litoral de Pernambuco. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 3, p. 681-687, jun. 2014.

PIERRE, S.; GAILLARD, S.; PRÉVOT-D'ALVISE, N.; AUBERT, J.; ROSTAING-CAPAILLON, O.; LEUNG-TACK, D.; GRILLASCA, J. P. Grouper aquaculture: Asian success and Mediterranean trials. **Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems**, v. 18, n. 3, p. 297-308, 2008.

PIMENTEL, M. Regularização da Aquicultura: setor foca em agenda propositiva. **Panorama da Aquicultura**, v. 168, out. 2018.

PLANO de gestão para o uso sustentável da tainha, Mugiliza Valenciennes, 1836, no Sudeste e Sul do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura: Ministério do Meio Ambiente, 2014. 137 p. Proposta elaborada pelo grupo técnico de trabalho-GTT tainha, instituído pela Portaria Interministerial n 1, de 28 junho de 2012.

RESLEY, M. J.; WEBB JÚNIOR, K. A.; HOLT, G. J. Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. **Aquaculture**, v. 253, n. 1-4, p. 398-407, 2006.

RHODY, N. R.; PUCHULUTEGUI, C.; TAGGART, J. B.; MAIN, K. L.; MIGAUD, H. Parental contribution and spawning performance in captive common snook *Centropomus undecimalis* broodstock. **Aquaculture**, v. 432, n. 20, p. 144-153, 2014.

RIEDE, R.; KERBER, C.; CORREAL, G.; MATA JÚNIOR, M.; CASTRO-CARDOSO, F. Captive-reared dusky grouper (*Mycteroperca marginata*) as an alternative to repopulation of degraded reef habitats. **Journal of Fisheries and Aquaculture Development**, v. 3, p. 1-5, 2017.

RIMMER, M. A.; GLAMUZINA, B. A review of grouper (Family Serranidae: Subfamily Epinephelinae) aquaculture from a sustainability Science perspective. **Reviews in Aquaculture**, v. 11, n. 1, p. 58- 87, 2017.

RIVAS, L. R. Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. **Copeia**, n. 3, p. 579-611, 1986.

- SAMPAIO, L. A.; FERREIRA, A. H.; TESSER, M. B. Effect of stocking density on laboratory rearing of mullet fingerlings, *Mugil platanus* (Günther, 1880). **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 471-475, 2001.
- SAMPAIO, L. A.; WASIELESKY, W.; MIRANDA-FILHO, K. C. Effect of salinity on acute toxicity of ammonia and nitrite to juvenile *Mugil platanus*. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 68, n. 5, p. 668-674, 2002.
- SAMPAIO, L. A.; TESSER, M. B.; WASIELESKY JÚNIOR, W. Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e carcinicultura marinha. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 102-111, 2010.
- SAMPAIO, L. A.; MOREIRA, C. B.; MIRANDA-FILHO, K. C.; ROMBENSO, A. N. Culture of cobia *Rachycentron canadum* (L) in near shore cages off the Brazilian coast. **Aquaculture Research**, v. 42, n. 6, p. 832-834, 2011.
- SAMPAIO, L. A.; OKAMOTO, M. H.; RODRIGUES, R. V.; TESSER, M. B. **Piscicultura marinha**: criação de bijupirá em sistema de recirculação de água. Porto Alegre: Editora da FURG, 2016.
- SANCHES, E. G.; OLIVEIRA, I. R.; SERRALHEIRO, P. C. S. Inversão sexual da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*. **Revista Brasileira Saúde e Produção animal**, v. 10, n. 1, p. 198-209, 2009a.
- SANCHES, E. G.; OLIVEIRA, I. R.; SERRALHEIRO, P. C. S. Crioconservação do sêmen da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Teleostei, Serranidae). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 3, p. 389-399, 2009b.
- SCHUBART, O. Investigações sobre os viveiros do Recife. **Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de Pernambuco**, v. 1, n. 2, p. 153-176, 1936.
- SILVA, J. E. **Fisioecologia do camorim, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792). Estudo experimental em ambiente confinado**. 1976. 101 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- SILVANO, R. A. M. A conservação da garoupa no Brasil. In: BEGOSSI, A.; LOPES, P. F. M. (org.). **Garoupa e pescadores (*Epinephelus marginatus*)**. São Carlos: Editora RiMa, 2020. p. 65-74.
- SIQUEIRA, T. V. Aquicultura: a nova fronteira para produção de alimentos de forma sustentável. **Revista BNDES**, v. 25, n. 49, p. 119-170, jun. 2018.
- SOUZA-FILHO, J. J.; TOSTA, G. A. M. Bijupirá: as primeiras desovas da geração F1. **Panorama da Aquicultura**, v. 18, ed.110, p. 50-53, dez. 2008.
- TAYLOR, R. G.; GRIER, H. J.; WHITTINGTON, J. A. Spawning rhythms of common snook in Florida. **Journal of Fish Biology**, v. 53, n. 3, p. 502-520, 1998.
- TAYLOR, R. G.; WHITTINGTON, J. A.; GRIER, H. J.; CRABTREE, R. E. Age, growth, maturation and protandric sex reversal in common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east and west coasts of South Florida. **Fishery Bulletin**, v. 98, n. 3, p. 612-624, 2000.

TUCKER JÚNIOR, J. W. Snook and tarpon snook culture and preliminary evaluation for commercial farming. **The Progressive Fish-Culturist**, v. 49, n. 1, p. 49-57, 1987.

VIDAL-LÓPEZ, J. M.; ALVAREZ-GONZÁLEZ, C. A.; CONTRERAS-SÁNCHEZ, W. M.; PATIÑO, R.; HERNÁNDEZ-FRANYUTTI, A. A.; HERNÁNDEZ-VIDALL, U.; MARTÍNEZ-GARCÍA, R. Feminización de juveniles del Robalo-Blanco *Centropomus undecimalis* (Bloch 1792) usando 17β -estradiol. **Revista Ciencias Marinas y Costeras**, v. 4, p. 83-93, 2012.

Embrapa

Pesca e Aquicultura

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL