

A Plataforma de Tecnologia e Inovação em Aquicultura: uma contribuição para a Década da Ciência Oceânica no Brasil

Eric Arthur Bastos Routledge¹, Felipe do Nascimento Vieira², Ronaldo Olivera Cavalli³,
Wagner Cotroni Valenti⁴, Andrei Polejack⁵

Resumo

O crescente papel que a aquicultura tem na provisão de alimentos e demais insumos à população mundial deve ser analisado sob uma perspectiva nacional, para o apontamento de lacunas e oportunidades específicas de incremento deste setor produtivo no Brasil. Este artigo apresenta um panorama da aquicultura brasileira, identificando desafios e potencialidades, para então discutir sua internacionalização com o envolvimento da cooperação técnico-científica como força motriz de inovação industrial. O momento é oportuno, dado o início da Década da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável, estabelecida pela

Abstract

The important role aquaculture plays as a food source for the world population must be considered from a national perspective, addressing gaps and opportunities particular to the improvement of this productive sector in Brazil. This article presents an overview of the Brazilian aquaculture, identifying challenges and potentials for discussing its internationalization, having technical and scientific cooperation as the main driver for industry innovation. The moment is opportune, given the beginning of the Decade of Ocean Science for Sustainable Development, established by the United Nations (UN). Equally important are the

1 Mestre em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em Brasília (DF), Brasil.

2 Doutor em Aquicultura pela UFSC. Pesquisador do Laboratório de Camarões Marinhos da UFSC em Florianópolis (SC), Brasil.

3 Doutor em Ciências Biológicas Aplicadas pela Ghent University, Bélgica. Professor titular do Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande (RS), Brasil.

4 Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP). Professor do Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (Unesp), São Paulo (SP), Brasil.

5 Mestre em Ecologia pela Universidade de Brasília (UnB). Analista sênior em Ciência e Tecnologia do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) do Brasil e doutorando em Assuntos Marítimos pela World Maritime University, Suécia.

Organização das Nações Unidas (ONU). Também importantes são os esforços internacionais que se alinham na proposta de criação de uma Plataforma de Tecnologia e Inovação em Aquicultura, unindo academia, indústria e governo em prol do benefício social e da sustentabilidade ambiental.

international efforts to be aligned with regard to proposing the creation of an aquaculture technology and innovation platform, connecting academy, industry and government in favor of social benefit and environmental sustainability.

Palavras-chave: Aquicultura. Sustentabilidade. Declaração de Belém. Maricultura.

Keywords: Aquaculture. Sustainability. Belém Statement. Mariculture.

1. Introdução

A aquicultura é a produção de espécies que têm *habitat* predominantemente aquático, em algum estágio de seu desenvolvimento, em um sistema com manejo definido de propriedade de agente público ou privado, ou seja, diferente da pesca, os organismos produzidos não são um bem público e comum. A aquicultura pode ser dividida quanto ao sistema de produção, ao tipo de água usado ou de organismo produzido. Neste último caso, a segmentação pode envolver criação de peixes (piscicultura), moluscos (malacocultura), crustáceos (carcinicultura), algas (alguicultura) e outras espécies, tais como rãs, jacarés, quelônios, corais e plantas superiores.

Em 2018, a aquicultura foi responsável por 52% das 179 milhões de toneladas de pescado disponíveis para a alimentação humana. Devido à estagnação da produção pesqueira e ao acelerado crescimento da aquicultura, a produção de organismos aquáticos vem sendo reconhecida como única opção para atender à crescente demanda por pescado (FAO, 2020).

Os benefícios da aquicultura vão além da produção do pescado como alimento, embora esta provavelmente seja a faceta mais reconhecida pela sociedade. Muitas espécies produzidas pela aquicultura fornecem compostos com funções biológicas para uso na indústria farmacêutica, nutracêutica e de cosméticos, além da aplicação no tratamento de águas e efluentes e no desenvolvimento de biocombustíveis. O resultado do cultivo aquícola também pode contribuir na restauração e/ou na criação de *habitats* mais saudáveis, bem como no repovoamento dos rios e lagos, na recuperação de populações naturais e manutenção de estoques de espécies ameaçadas de extinção. A aquicultura de espécies ornamentais também tem considerável importância, impulsionando o comércio aquarista, que registra aproximadamente 20 milhões de organismos aquáticos nos lares brasileiros.

2. Panorama da aquicultura no Brasil

A aquicultura brasileira produziu 629,341 toneladas de pescado em 2020 (IBGE, 2022). A criação de espécies de água doce, ou aquicultura continental, foi responsável por 551,9 mil toneladas, ou 87,7%, enquanto a maricultura respondeu por 77,4 mil toneladas (12,3% do total). São duas as principais espécies de peixes cultivadas em água doce: a tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) (Foto 1), criada principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, e o tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Foto 2), que é produzido principalmente nas regiões Norte e Centro-Oeste. Além destas, os híbridos do tambaqui (tambacu e a tambatinga); as carpas chinesa e húngara; o pacu e seu híbrido (patinga); e os bagres (pintado, cachara, cachapira, pintachara e surubim) também têm volumes significativos. Juntas, estas espécies representaram 13,2% da aquicultura do Brasil em 2020. A criação de alevinos com fins de repovoamento, iscas-vivas, pesca esportiva e organismos ornamentais também tem faturamento significativo em várias regiões do País. A maricultura apresentou grande crescimento na década de 1990, com aumento da contribuição na aquicultura, de 11,7%, em 1995, para 36,3%, em 2003. No entanto, a partir de 2004, com a crise enfrentada pela carcinicultura (termo que no Brasil é usado para o cultivo de camarões) e o aumento gradativo da aquicultura continental, houve uma reversão nesta tendência. Assim, em 2020, a participação da maricultura na aquicultura brasileira caiu para 12,3%.



Foto 1. Exemplar da tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*)

Fonte: UFSC.



Foto 2. Exemplar do tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Imagem: Jefferson Christofoletti.

2.1. Moluscos marinhos

Os estudos sobre malacocultura no Brasil tiveram início em São Paulo (SP), no Rio de Janeiro (RJ) e na Bahia (BA) nos anos 70, mas foi somente a partir do final da década de 80 que a atividade adquiriu um caráter comercial, inicialmente em Cananéia, São Paulo e, posteriormente, no Estado de Santa Catarina (SC). Embora, em 2020, a produção catarinense tenha representado mais de 96% das 14.298 toneladas produzidas, todos os Estados litorâneos do Brasil têm alguma iniciativa de criação de moluscos. O mexilhão ou marisco (*Perna perna*) é a espécie predominante, com cerca de 13 mil toneladas produzidas por ano. A ostra-do-pacífico (*Crassostrea gigas*) vem em segundo lugar, com cerca de 2 mil toneladas (Foto 3).

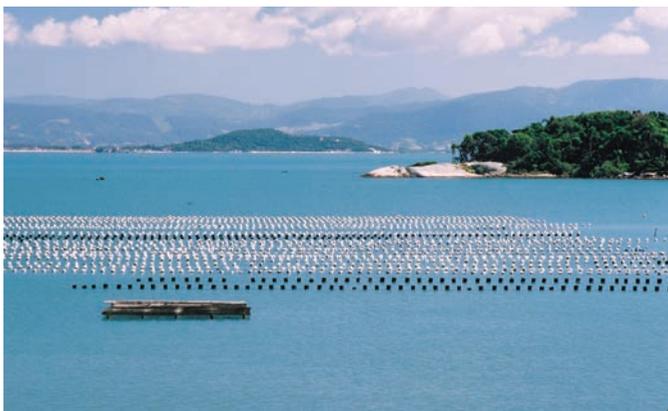


Foto 3. Visão geral do sistema de produção de ostras e mexilhões em Santa Catarina

Fonte: UFSC.

Há uma pequena, mas crescente, produção de vieiras (*Nodipecten nodosus*), principalmente no Rio de Janeiro, em São Paulo e Santa Catarina. Além disso, várias iniciativas de produção da ostra-do-mangue (*Crassostrea gasar*) estão em andamento nos Estados do Pará, Paraná, Maranhão, de Santa Catarina, São Paulo, Alagoas e da Bahia. Existem, do mesmo modo, iniciativas de pesquisa e desenvolvimento para a criação do marisco, berbigão, vôngole ou chumbinho (*Anomalocardia brasiliiana*, syn. *A. flexuosa*); do sururu ou mexilhão (*Mytella strigata*, syn. *charruana*); e do marisco branco (*Amarilladesma mactroides*), mas ainda sem impacto na produção.

Os primeiros produtores de moluscos no Brasil eram, na sua maioria, pescadores que vislumbraram na aquicultura uma possibilidade de renda complementar. Mais recentemente, tem sido observado um aumento no número de empreendedores com perfil mais diversificado. Apesar disso, a malacocultura no Brasil ainda pode ser caracterizada como uma atividade de cunho artesanal. De modo geral, a produção atende principalmente os mercados locais, embora, a partir de 2000, algumas empresas de Santa Catarina tenham começado a comercializar em outros Estados da Federação.

A poluição das águas e a floração de algas nocivas são consideradas as principais ameaças à malacocultura no Brasil. Desde 2006, um programa de monitoramento de algas nocivas e ficotoxinas está em funcionamento em Santa Catarina. Em 2012, foi instituído, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB), que define os limites de concentração de microrganismos contaminantes (bactérias) e biotoxinas, entre outros elementos, em áreas primárias de produção de ostras, mexilhões, vieiras e berbigões, com o objetivo de assegurar a saúde pública. Outros gargalos importantes incluem: a necessidade de legalização e/ou regularização de áreas específicas para tal cultura; a competição com produtores ilegais, que comercializam moluscos mais baratos e de qualidade duvidosa; e a falta de um sistema eficiente de fiscalização e proteção contra roubos (VALENTI *et al.*, 2021).

2.2. Camarão marinho

O camarão-branco-do-pacífico (*Litopenaeus vannamei*) (Foto 4), espécie exótica introduzida no Brasil nos anos 70, é o principal crustáceo cultivado no País, pois apresenta desempenho superior às espécies nativas. O domínio da tecnologia e os bons resultados obtidos, tanto na produção de formas jovens nos laboratórios como nos viveiros, fizeram com que, desde a primeira metade dos anos 90, os carcinicultores brasileiros escolhessem por criar unicamente esta espécie. Após um período de expansão, que culminou com o recorde de 90.190 toneladas em 2003, o crescimento não se sustentou devido a várias dificuldades, principalmente a incidência de doenças viróticas,

tais como a mancha branca e a mionecrose infecciosa. Em 2020, 63,2 mil toneladas de camarão marinho foram produzidas no Brasil, com concentração do cultivo no Nordeste, particularmente no Rio Grande do Norte (RN) e no Ceará (CE).



Foto 4. Camarão branco do Pacífico, *Litopenaeus vannamei*

Fonte: UFSC.

A carcinicultura no Brasil tem caráter empresarial, cadeia produtiva organizada e, em 2017, contava com 2.834 produtores (IBGE, 2017). As propriedades com menos de 5 hectares (ha) correspondem a cerca de 52% do total, enquanto as médias (de 5 a 50 ha) e as grandes (mais de 50 ha) representam 34% e 14% do total, respectivamente. O camarão cultivado no Brasil se caracteriza por ciclos curtos de criação em viveiros com áreas relativamente extensas, nas quais se aplicam sistemas semi-intensivos, e alcança uma produtividade média anual próxima a 3,5 toneladas por hectare. Nos últimos anos, tem sido observado um aumento no número de produtores atuando em áreas no interior e que utilizam águas de baixa salinidade. Em paralelo, também tem aumentado o interesse pela intensificação do uso de tecnologias: de bioflocos; de recirculação; e de minimização de impactos ambientais.

2.3. Algas marinhas

O potencial do cultivo de macroalgas no Brasil vem sendo considerado desde os anos 70. Naquela época, o objetivo principal era a produção de ficocolóides (carragenanas, alginatos e agaranas), que têm inúmeras aplicações nas indústrias médico-farmacêutica, alimentícia, cosmética, química e têxtil. Mais recentemente, o cultivo de algas também vem sendo considerado pelo

seu papel como mitigador de impactos ambientais, no tratamento de efluentes e de corpos de águas eutrofizados, além de servir como sequestrador de dióxido de carbono (CO₂). Diferentemente de outras formas de maricultura, na algicultura: não há demanda de insumos, como fertilizantes ou rações; as necessidades de capital e tecnologia são pequenas; e o ciclo de produção é normalmente menor que dois meses. Apesar dessas características positivas e do potencial de geração de benefícios socioeconômicos para comunidades costeiras, em 2020, a indústria nacional necessitou importar o equivalente a US\$ 37,9 milhões em macroalgas e derivados. Cerca de dois terços deste valor correspondem às carragenanas (BRASIL, 2021).

Apesar da viabilidade técnica ter sido demonstrada, a algicultura ainda está em um estágio inicial de desenvolvimento, com pequenas iniciativas operando em escala comercial para o cultivo de macroalgas nativas (*Gracilaria* e *Hypnea*), principalmente no Ceará e no Rio Grande do Norte. A espécie exótica *Kappaphycus alvarezii*, ou *K. alvarezii*, introduzida no Brasil em 1995, teve seu cultivo liberado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) em 2008, no litoral entre Ilhabela (SP) e a Baía de Sepetiba (RJ). Os estudos para o cultivo de *K. alvarezii* em Florianópolis (SC) foram iniciados em 2008. Recentemente, por meio da publicação da Instrução Normativa nº. 1, de 21 de janeiro de 2020, o cultivo comercial desta macroalga foi autorizado pelo Ibama em áreas delimitadas do RJ, de SP e SC. Em 2021, o Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA) expediu licenciamento para as primeiras fazendas de cultivo desta espécie naquele Estado. Desse modo, a produção de macroalgas no Brasil é ainda incipiente e os valores de produção anual disponíveis não são consistentes.

Por sua vez, é ainda mais incipiente o cultivo de microalgas no País. Geralmente está associado à produção de alimento para formas jovens de camarões, moluscos e peixes em estações de larvicultura. Contudo, a produção de microalgas tem grande potencial de expansão, visando tanto à produção de compostos bioativos quanto de biocombustíveis. Os primeiros têm alto valor econômico como matérias-primas para a indústria farmacêutica, nutracêutica (ex.: fontes de proteínas e ômega 3) e de cosméticos.

2.4. Peixes marinhos

Embora existam relatos da criação de peixes marinhos no Brasil no século 17, somente nos anos 80 é que houve os primeiros estudos científicos a respeito do tema. As tainhas (*Mugil* sp) foram os primeiros peixes pesquisados, seguidas pelos robalos (*Centropomus parallelus* e *C. undecimalis*) e o linguado (*Paralichthys orbignyanus*). No entanto, estas pesquisas não resultaram no desenvolvimento da produção em escala comercial.

Por outro lado, mais recentemente, o beijupirá (*Rachycentron canadum*) passou a ser alvo de esforços de pesquisa e desenvolvimento. O sucesso na produção de juvenis desta espécie em laboratório possibilitou a realização de tentativas de engorda em maior escala, em viveiros, sistemas de recirculação de água e, principalmente, tanques-redes em áreas marinhas protegidas e no mar aberto. Por se tratar de uma atividade nova, estas iniciativas enfrentaram dificuldades, de variações na qualidade e no custo das rações e de alevinos; incidência de parasitas e doenças; e acidentes, a exemplo de colisões de barcos com os tanques-rede.

No que diz respeito a outra espécie, a garoupa verdadeira (*Epinephelus marginatus*), na última década, sua produção vem ganhando espaço na Região Sudeste do País, com disponibilidade de alevinos, bons resultados na engorda e alto valor de mercado.

Apesar de ainda pequena, a produção de garoupas e beijupirás vem sendo absorvida no mercado local com preços elevados, o que tem auxiliado no desenvolvimento da atividade na Região Sudeste.

Mais recentemente, a tecnologia para a produção da sardinha brasileira (*Sardinella brasiliensis*) em cativeiro foi desenvolvida para atender à demanda de isca-viva para a pesca do atum e à indústria de conservas. Também ressurgiu o interesse pela aquicultura da tainha (*M. liza*). Com base no conhecimento adquirido, a produção efetiva desta última espécie depende mais de circunstâncias socioeconômicas do que de aspectos técnicos, pois os avanços alcançados permitem que todas as etapas da criação sejam realizadas com sucesso. As ovas da tainha alcançam um preço muito alto no mercado europeu, o que pode despertar o interesse pelo cultivo de *M. liza* no Brasil para atender a esse mercado.

3. Desafios para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Atlântico Sul

Entende-se como aquicultura no Atlântico Sul aquela praticada em mar aberto, regiões costeiras, estuarinas e nas bacias dos rios que drenam para o oceano. Embora os cultivos em água doce estejam bem estabelecidos, os cultivos costeiros e oceânicos ainda têm desafios tecnológicos importantes. Contudo, sem dúvida, o principal desafio para o desenvolvimento da bioeconomia azul é produzir de acordo com os princípios internacionais de sustentabilidade estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) na Agenda 2030 (UN, 2015) e, especificamente para a aquicultura, na recém-promulgada Declaração de Xangai (FAO, 2021). Estes documentos ressaltam a necessidade de contribuir para a segurança alimentar, geração e distribuição de riqueza com inclusão social. O

critério *Environmental, Social and Governance* (ESG) [Ambiental, Social e de Governança] é cada vez mais exigido como padrão e vem sendo recompensado financeiramente. Este padrão só pode ser alcançado a partir da atuação sinérgica entre todos os atores da aquicultura brasileira para o desenvolvimento de sistemas de produção mais eficientes, baseados nos princípios de economia circular, com foco nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (UN, 2015). O impacto ambiental deve ser minimizado por meio: da redução de descarga de nutrientes, matéria orgânica e antibióticos no ambiente; e da queda na emissão de gases do efeito estufa (GEE). Do mesmo modo, deve ser: ampliado o uso de energias limpas (solar, fotovoltaica, das marés e eólica); estimulada a adoção de rações mais sustentáveis e com menor composição de ingredientes provenientes da pesca (farinha e óleo de pescado). Assim, deve ser estimulado o cultivo de espécies de baixo nível trófico, isto é, aquelas que aproveitam energia e nutrientes - em suspensão ou dissolvidos na água ou sedimentos - e os convertem em biomassa com valor econômico. Aplicando os princípios de economia circular, isto é, reutilização dos resíduos gerados e desenvolvimento da Aquicultura Multitrófica Integrada (produção integrada de espécies de diferentes nichos tróficos), diminui-se o impacto ambiental e amplia-se a eficiência dos sistemas. Esta integração a sistemas tradicionais de produção de camarões e peixes aumenta os processos de reciclagem interna e a assimilação das dietas aplicadas. Tal integração também reduz efluentes, emissão de GEE, efeitos sobre as mudanças climáticas e acidificação dos oceanos. Contudo, a falta de legislação específica, de esclarecimentos aos produtores e investidores e a ausência de incentivos financeiros específicos dificultam a adoção desses sistemas.

No Brasil, a responsabilidade de propor políticas de desenvolvimento para a aquicultura em águas da União, seja em água doce ou marinha, é do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), por meio de sua Secretaria de Aquicultura e Pesca (SAP). Iniciativas recentes do Mapa vêm simplificando o trâmite dos processos de cessão de licença de áreas para aquicultura, o que tem atraído mais empreendedores e gerado a expectativa de um consequente aumento nos investimentos, tanto na produção quanto na pesquisa e desenvolvimento, sobretudo no ambiente marinho (BRASIL, 2020).

Outro desafio enfrentado pelo Brasil, mas também uma oportunidade para o setor, é aumentar a participação do pescado na alimentação. A demanda mundial desses produtos cresce mais rápido que a de carnes bovina, suína e de aves. De apenas 9,9 kg na década de 1960, este consumo *per capita* alcançou 20,5 kg em 2018 e vem crescendo mais rapidamente que o número de habitantes do planeta. Este aumento vem sendo impulsionado por uma população mundial em expansão que reconhece os benefícios desta opção de alimentação para a saúde. No Brasil, o consumo está abaixo da recomendação dos 12 kg anuais para uma pessoa adulta. Para tornar estes produtos mais atrativos, além de campanhas demonstrando os seus benefícios, é necessário baixar seus custos de produção para aumentar a competitividade da cadeia produtiva frente a outras carnes.

A aquicultura tem sido afetada ainda pelo aumento do preço de *commodities* (soja, milho, entre outras) no mercado internacional, o que impacta diretamente o custo das rações. Como 50% a 75% do custo de produção de peixes e camarões em monocultivo se deve às rações, este se torna um importante gargalo para o setor. Além disso, em monocultivos, menos de 20% da ração se converte em biomassa da espécie alvo, sendo os demais 80% perdidos (BOYD *et al.*, 2020). Assim, são fundamentais: os sistemas que aproveitam melhor as rações, tais como os integrados; e a adoção de dietas com menor custo, como aquelas baseadas em proteínas unicelulares ou de insetos, mas que atendam às exigências nutricionais dos animais e gerem baixo impacto ambiental. São de essenciais, ainda, políticas de incentivo fiscal e a desburocratização do acesso ao crédito para a aquicultura.

A sanidade dos plantéis é outra questão obrigatória. São exemplos claros de risco ao setor doenças como a do vírus da mancha branca, que impactou toda a produção nacional de camarão marinho em 2004 (CAVALLI *et al.*, 2011), além de outros vírus que até o presente impedem o desenvolvimento da carcinicultura marinha. Recentemente, o vírus da TiLV (*Tilapia Lake Virus*) causou mortalidades em massa de tilápias em todos os continentes (AL-HUSSINEE *et al.*, 2019), sendo uma ameaça à principal cadeia de produção aquícola do Brasil. Tavares-Dias e Martins (2017) estimam que as perdas econômicas decorrentes de doenças parasitárias e infecciosas na atividade de piscicultura no Brasil são da ordem de US\$ 84 milhões por ano.

Outro desafio da aquicultura brasileira, na busca por aumento de competitividade, é a entrada na era da Indústria 4.0. Ao contrário do que muitos pensam, esta não se inicia com a introdução de equipamentos de alta tecnologia, automação, internet das coisas e inteligência artificial. O processo deve começar com a implantação de um modelo de gestão compatível com o uso das tecnologias, o que é muito mais difícil de ser conseguido porque é necessário mudar a cultura dos produtores. A segunda fase é a implantação de sistemas mais tecnificados e automatizados. O conceito de aquicultura de precisão abrange o desenvolvimento e a operação de equipamentos e de sistemas que possibilitem a gestão automatizada das fazendas de produção, de modo que este conjunto de atividades resulte em aumento da eficiência e produtividade (FØRE *et al.*, 2018). A automação pode começar com a utilização de alimentadores automáticos, que ministram quantidades programadas de ração, e evoluir para o uso de sondas, câmeras e sensores que monitoram e captam informações sobre a qualidade da água e o crescimento dos organismos, em tempo real. A automação também pode ser adotada em laboratórios de pesquisa e de produção de formas jovens, com sistemas de recirculação automáticos e robôs que alimentam as larvas e alevinos, sem a necessidade de presença humana, aumentando, desta forma, a eficiência na produção e qualidade de dados gerados de pesquisa. No entanto, este processo precisa ser implementado com cautela, de modo que sejam evitados potenciais problemas sociais advindos

da alteração do padrão produtivo e, concomitantemente, mantidos os cultivos do padrão ESG, conforme preconizado na ordem econômica mundial pós-pandemia.

Para o enfrentamento destes desafios, é importante a aproximação dos produtores e de representantes da indústria com os centros de pesquisa. É comum a indagação por parte de produtores e de industriais sobre o fato de a pesquisa realizada nas universidades e nos centros de pesquisa não estar em consonância com os reais problemas do setor. Sendo assim, a criação de mecanismos para incentivar a interação ciência/indústria é necessária. Editais de pesquisa e desenvolvimento, que compartilham com o setor privado os riscos financeiros e tecnológicos em projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) são exemplos a serem incentivados. Essa interação é fundamental nas fases de maturação e ganho de escala das tecnologias desenvolvidas na academia e vem sendo experimentada na Europa por meio de uma plataforma tecnológica, a *European Aquaculture Technology and Innovation Platform* (EATIP) [Plataforma Europeia de Tecnologia e Inovação em Aquicultura] (EATIP, 2022). O Brasil ainda não conta com um ambiente permanente que proporcione esse diálogo ativo, contudo, uma iniciativa semelhante vem sendo discutida, como resultado de um intenso intercâmbio entre pesquisadores e produtores brasileiros e europeus. A experiência pode ser adaptada à realidade nacional e capitaneada pelas lideranças locais. O momento é favorável, levando em conta o protagonismo brasileiro na construção da All-Atlantic Ocean Research Alliance (AANCHOR) [Aliança de Pesquisa de Todo o Oceano Atlântico] (POLEJACK; GRUBER; WISZ, 2021), na qual a pesquisa em aquicultura figura como prioridade na cooperação com europeus e demais parceiros.

4. Internacionalização da aquicultura brasileira

A Assembleia Geral da ONU estabeleceu o período de 2021 a 2030 como a Década da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável, tendo por missão fomentar a pesquisa oceânica de forma a produzir soluções transformativas para o desenvolvimento sustentável, conectando as pessoas e o oceano (IOC-UNESCO, 2020). Trata-se de oportunidade ímpar para, por uma via, incrementar a capacidade analítica dos países acerca dos espaços marinhos e, por outra, aproximar a pesquisa dos desafios sociais atuais (RYABININ *et al.*, 2019). Entre os obstáculos elencados para a Década, a aquicultura marinha tem participação significativa naqueles focados em gerar conhecimento, apoiar a inovação e desenvolver soluções para otimizar o papel do oceano na alimentação sustentável da população mundial, contribuindo para o desenvolvimento equitativo e sustentável da economia oceânica. Dessa forma, a Década é apresentada como

um caminho para o avanço nas pesquisas em aquicultura; o atendimento dos anseios sociais na provisão de alimentos; e o fomento de uma cultura sustentável na indústria produtiva. De modo a tornar possível este cenário, será imprescindível o foco no desenvolvimento tecnológico, de capital humano e infraestrutura de pesquisa, o que poderá ser alcançado com maiores investimentos públicos e privados e intensa cooperação científica internacional.

Na atual realidade brasileira, a internacionalização é facilitada pelos acordos bilaterais e/ou multilaterais de pesquisa e desenvolvimento firmados com a União Europeia e a África do Sul, no âmbito da supramencionada Aliança de Pesquisa de Todo o Oceano Atlântico (AANChOR). Nesse contexto, houve um aporte significativo de investimentos em projetos colaborativos que têm integrado academia, governos e setor privado em desafios comuns. Um dos resultados imediatos, é a proposta de desenvolvimento de uma plataforma brasileira de tecnologia e inovação em aquicultura.

Tal ação também é desenvolvida no contexto do projeto da AANChOR-CSA, que apoia a implementação da Aliança para todo o Atlântico (POLEJACK; GRUBER; WISZ, 2021). O projeto AANChOR-CSA selecionou ações piloto com grande potencial futuro de impacto positivo na implementação da Aliança. Dentre as prioridades elencadas nessas ações-piloto está a proposta de debate e desenvolvimento do conceito de uma plataforma tecnológica para a aquicultura brasileira, em parceria com europeus e demais atores relevantes. Interessa ao projeto AANChOR-CSA que tal ação seja um piloto com potencial de ser adaptado aos demais países integrantes da Aliança (ALL-ATLANTIC OCEAN RESEARCH ALLIANCE, 2022).

5. A proposta de uma plataforma brasileira de tecnologia e inovação em aquicultura

A Plataforma de Tecnologia e Inovação em Aquicultura é projetada com a finalidade de servir como um mecanismo eficiente para a interação entre os atores da aquicultura (produtores, indústria, governo e pesquisadores), facilitando o intercâmbio tecnológico entre as diferentes áreas de aquicultura de todo o Atlântico. Por meio da construção de uma cultura de colaboração aberta, ações conjuntas podem ser propostas para a implementação de objetivos estratégicos previamente identificados e priorizados pelas múltiplas partes interessadas. Contudo, esta implementação deve levar em conta a diversidade cultural das partes e os muitos elementos da transferência de tecnologia.

Tomando como bases a experiência da plataforma europeia EATIP e o interesse dos atores aquícolas brasileiros, a proposta é fundamentada a fim de: identificar os agentes em potencial; definir conjuntamente as áreas prioritárias e os gargalos; e buscar soluções inovadoras, com o apoio do governo e a aplicação direta no setor produtivo. Assim, há a expectativa de criação de uma agenda de inovação para a conexão de ofertas e demandas da indústria, de maneira ágil e por temas estratégicos. O relacionamento propiciado pela plataforma configura uma estratégia para facilitar a interação entre as partes envolvidas, com objetivo de tornar a aquicultura brasileira mais competitiva e sustentável, contribuindo para o Brasil alcançar suas metas relacionadas aos ODS.

6. Conclusão

A plataforma, se criada, deverá facilitar a atuação em diferentes frentes. Primeiramente, o mapeamento das necessidades e dos objetivos em comum para o desenvolvimento da aquicultura transatlântica. A seguir, deve fornecer condições para a criação de um ambiente propício à troca de informações e à organização de ações entre as partes interessadas, como a realização de reuniões, intercâmbios e viagens técnicas. Pode, ainda, contribuir para a definição de ferramentas e abordagens inovadoras e atrativas, alavancando a cooperação e a busca por potenciais sinergias.

Há a expectativa de que esta ação aproxime o setor aquícola brasileiro de seus pares internacionais e, como consequência, permita a troca de experiências sobre melhores práticas, gerando soluções adaptadas à realidade nacional.

A expansão do papel do Brasil no contexto da pesquisa e desenvolvimento aquícola internacional e a busca pelo benefício da Década da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável podem representar elementos suficientes para o lançamento da pedra fundamental de criação e implementação da plataforma brasileira de inovação voltada para a aquicultura.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio a Ronaldo Olivera Cavalli, Wagner Cotroni Valenti e Felipe do Nascimento Vieira.

Referências

AL-HUSSINEE, L. *et al.* **Tilapia Lake Virus (TiLV): a globally emerging threat to tilapia aquaculture.** FA213. University of Florida: Institute of Food and Agricultural Sciences, Gainesville, FL, USA. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Win-Surachetpong/publication/332465312_Tilapia_Lake_Virus_TiLV_a_Globally_Emerging_Threat_to_Tilapia_Aquaculture_1/links/5cb6e7a1a6fdcc1d499a4995/Tilapia-Lake-Virus-TiLV-a-Globally-Emerging-Threat-to-Tilapia-Aquaculture-1.pdf

ALL-ATLANTIC OCEAN RESEARCH ALLIANCE. **All-Atlantic aquaculture technology and innovation platform – AA-ATIP.** 2022. Disponível em: <https://allatlanticocean.org/jointaction/all-atlantic-aquaculture-technology-and-innovation-platform->

BOYD, C.E. *et al.* Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. **J. World Aquacul. Soc.** v. 51, 578–633. 2020. Disponível em: https://www.caunesp.unesp.br/Home/publicacoes/rp_boyd_achieving-sustainable-aquaculture-historical-and-current-perspectives.pdf

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Instrução Normativa SAP/MAPA Nº 19 de 13 de agosto de 2020.** Estabelece procedimentos de habilitação para assinatura dos contratos de cessão de uso de águas de domínio da União para fins de aquicultura. Diário Oficial da União, 14/08/2020, Seção: 1, p. 7. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-sap/mapa-n-19-de-13-de-agosto-de-2020-272239260> Acesso em: 05 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC. **COMEX STAT - Sistema de Estatísticas do Comércio Exterior.** 2021. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 18 07 2021.

CAVALLI, L.S.; ROMANO, L.A.; MARINS, L.M.; ABREU, P.C. First report of white spot syndrome virus in farmed and wild penaeid shrimp from Lagoa dos Patos estuary, southern Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology** v. 42, p. 1176-1179. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjm/a/xBnVtSzvC3SfZzXfTB7YHCz/?lang=en>

EUROPEAN AQUACULTURE TECHNOLOGY AND INNOVATION PLATFORM – EATIP. **Site institucional.** Disponível em: <https://eatip.eu/>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Shanghai Declaration**. Global Conference on Aquaculture. Aquaculture for food and sustainable development. 22-25 September 2021, Shanghai, China. 17 p. Disponível em: <https://aquaculture2020.org/declaration/>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2020** – Sustainability in action. Rome, 2020. 206 p. Disponível em: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9229en/>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics**. 2019. Disponível em: http://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2017_USBcard/root/aquaculture/c1.pdf

FØRE, A. B.; FRANK, K.; NORTON, T.; SVENDSEN, E.; ALFREDSEN, J. A.; DEMPSTER, T.; EGUIRAUN, H.; WATSON, W.; STAHL, A.; SUNDE, L. M.; SCHELLEWALD, C.; SKØIEN, K.R.; ALVER, M.O.; BERCKMANS, D. Precision fish farming: A new framework to improve production in aquaculture. **Biosystems Engineering**, v. 173, p. 176-193. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511017304488/pdf?md5=abdab1f88770codfe7e45078c43e49a9&pid=1-s2.0-S1537511017304488-main.pdf>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo agropecuário**. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6938>. Acesso em: 16 jul. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa da pecuária municipal**. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940> Acesso em: 10 mai. 2022.

INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION - IOC/UNESCO. **Implementation Plan - United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development 2021 – 2030**. Version 2.0. 2020. Disponível em: <https://www.oceandecade.org/wp-content/uploads//2021/09/337567-Ocean%20Decade%20Implementation%20Plan%20-%20Full%20Document> Acesso em: 23 fev. 2021. Acesso em: 20 set. 2021.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **The Ocean economy in 2030**. Paris: OECD Publishing. 2016. 251p. Disponível em: <https://geoblueplanet.org/wp-content/uploads/2016/05/OECD-ocean-economy.pdf>

POLEJACK, A.; GRUBER, S.; WISZ, M.S. Atlantic Ocean science diplomacy in action: the pole-to-pole All Atlantic Ocean Research Alliance. **Humanities and Social Sciences Communications**, v. 8, n. 1, p. 52. 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41599-021-00729-6.pdf>

RYABININ, V.; BARBIÈRE, J.; HAUGAN, P.; KULLENBERG, G.; SMITH, N.; MCLEAN, C.; RIGAUD, J. The UN decade of ocean science for sustainable development. **Frontiers in Marine Science**, v. 6 jul.2019. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2019.00470/full>

TAVARES-Dias, M.; MARTINS, M.L. An overall estimation of losses caused by diseases in the Brazilian fish farms. **J. Parasit. Dis.** v. 41, n. 4, p. 913–918. 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165759/1/CPAF-AP-2017-An-overall-estimation-of-losses.pdf>

UNITED NATIONS - UN. UN General Assembly. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. 21 oct. 2015. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=111&nr=8496&menu=35> Acesso em: 17 mar. 2021.

VALENTI, W.C.; BARROS, H.P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G.W.; CAVALLI, R.O. Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, n. 19. 2021, 100611. Disponível em: https://www.caunesp.unesp.br/Home/publicacoes/rp_valenti_aquaculture-in-brazil-past-present-and-future.pdf