

Impactos sociais, econômicos e ambientais da carcinicultura no Brasil: Uma análise bibliométrica

Environmental, social, and economic impacts of shrimp farming in Brazil: an evaluation through bibliometric analysis

Simony Andrade Silva¹. Julio Alejandro Navoni². Jorge Eduardo Lins Oliveira³

- 1 Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Natal, Centro de Biociências. Natal, Brasil. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. E-mail: simonyeng.pesca@hotmail.com.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1107-6647>
- 2 Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Natal, Departamento de Microbiologia e Parasitologia. Natal, Brasil. E-mail: navoni.julio@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8715-0527>
- 3 Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Natal, Departamento de Oceanografia e Limnologia. Natal, Brasil. E-mail: jorgelins@ufrnet.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2841-7102>

Resumo: Para promover uma carcinicultura mais sustentável, é essencial compreender o equilíbrio entre o desenvolvimento da atividade, os impactos ambientais e o convívio social das comunidades. Considerando a crescente importância da carcinicultura no contexto brasileiro e os impactos que essa atividade tem gerado, o objetivo desta pesquisa foi descrever o estado da arte dos impactos sociais, econômicos e ambientais da carcinicultura no Brasil. Para isso, realizou-se um levantamento bibliométrico nas plataformas da Scielo, Scopus e Web of Science, com trabalhos publicados entre os anos de 1993 a 2023, relacionados ao tema proposto. Após a filtragem, um total de 56 artigos foram analisados na íntegra e avaliados de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Verificou-se que as análises das relações ambientais foram predominantes, com 37 artigos, seguida pelas econômicas, com 16 artigos, e sociais, com apenas 3 artigos. Os impactos ambientais mais frequentes incluíram as alterações nas áreas de manguezais, na qualidade da água e à presença do vírus da Síndrome da Mancha Branca (WSSV), além desses, há também impactos sociais e econômicos, como a modificação de vidas tradicionais das comunidades locais e criação de empregos, entre outros. Assim, a minimização desses impactos pode ser alcançada por meio de estratégias de gestão eficiente alinhadas aos ODS.

Palavras-chave: Impactos ambientais; Manejo sustentável; Aquicultura sustentável.

Abstract: To promote more sustainable shrimp farming, it is essential to understand the balance between the development of the activity, the environmental impacts, and the social coexistence of communities. Considering the growing importance of shrimp farming in the Brazilian context and the impacts this activity has generated, the objective of this research was to describe the state of the art of the social, economic, and environmental impacts of shrimp farming in Brazil. For this purpose, a bibliometric survey was conducted on the Scielo, Scopus, and Web of Science platforms, with works published between 1993 and 2023 related to the proposed theme. After filtering, a total of 56 articles were analyzed in full and evaluated according to the Sustainable Development Goals (SDGs). It was found that analyses of environmental relationships were predominant, with 37 articles, followed by economic analyses, with 16 articles, and social issues, with only 3 articles. The most frequent environmental impacts included changes in mangrove areas, water quality, and the presence of the White Spot Syndrome Virus (WSSV). Additionally, there are also social and economic impacts, such as the modification of traditional livelihoods of local communities and job creation, among others. Thus, the minimization of these impacts can be achieved through efficient management strategies aligned with the SDGs.

Keywords: Environmental impacts; Sustainable management; Sustainable aquaculture.

1. Introdução

A carcinicultura, que é a criação de camarão em cativeiro, representou aproximadamente 13% da produção aquícola do Brasil (78 mil toneladas) (ROCHA, 2022). A combinação de clima favorável e domínio de novas tecnologias de produção colocou o Brasil como um dos maiores produtores de camarão (FREITAS et al., 2008). Para a busca de uma carcinicultura mais sustentável, é necessário produzir os organismos aquáticos de forma a se manter uma relação de harmonia entre o ecossistema, a comunidade local e seus índices econômicos (RIBEIRO et al., 2016; TAHIM et al., 2019). Vale salientar, entretanto, que sistemas completamente sustentáveis estão longe de serem alcançados, mas existe um espectro entre sistemas insustentáveis e sustentáveis. É sobre esse espectro que a sustentabilidade pode ser reconhecida, medida, pensada e repensada (VALENTI et al., 2018).

Assim, conforme destacado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e agricultura - FAO (2018a), os objetivos de sustentabilidade para promover a produção de pescado estão intimamente relacionados. Portanto, é crucial garantir a coesão entre os diversos atores envolvidos, tanto nos princípios de conduta para a sustentabilidade quanto nas políticas adotadas em todas as esferas, com o propósito de implementar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

A carcinicultura é uma atividade econômica que, apesar de ter uma história recente em relação aos demais segmentos da aquíicultura, já se constitui no principal vetor de desenvolvimento de tecnologias e serviços para o setor aquícola mundial (SALDANHA et al., 2015). A expansão mundial desta atividade econômica está diretamente relacionada a alguns fatores, tais como: o nível de rentabilidade, o crescente mercado internacional para o produto e, principalmente, a geração de divisas para as regiões ou países produtores (TAHIM et al., 2014). Apesar disso, a disseminação da carcinicultura ocorreu a despeito da inexistência de sistemas eficazes para seu planejamento e gestão, bem como mecanismos regulatórios para as atividades (PÁEZ-OSUNA, 2001).

A cadeia produtiva de camarão cultivado no Brasil já é bastante consolidada e tem se expandido cada vez mais à medida que o número de fornecedores de insumos vem crescendo no país, e tem gerado benefícios econômicos e sociais no Brasil, principalmente na Região Nordeste (ARAÚJO et al., 2018). O Brasil apresenta um alto potencial para o cultivo do camarão na sua zona litorânea, decorrente das boas condições climáticas, hidrobiológicas e topográficas, particularmente as regiões Norte e Nordeste do país, por apresentarem as melhores condições ambientais para o pleno desenvolvimento dessa atividade produtiva (SALDANHA et al., 2015).

Sendo assim, o desenvolvimento da carcinicultura cresce significativamente, trazendo rendimento financeiro, mas seu crescimento desordenado gerou diversos impactos ao meio ambiente, a economia e a sociedade. Dentre as alterações pode-se destacar o desmatamento ocorrido nos mangues para a implantação dos tanques, diminuição da fertilidade do solo nos viveiros, doenças ocasionadas pelos camarões cultivados, contaminação hídrica, deslocamento dos indivíduos das comunidades, degradação dos ecossistemas, entre outros (RIBEIRO et al., 2014).

Diante da significativa importância social e econômica da carcinicultura no contexto brasileiro, bem como dos possíveis impactos que essa prática pode gerar no meio ambiente, surge a necessidade de uma análise aprofundada. Além disso, considerando o cenário atual da produção científica relacionada ao tema e notando a escassez de estudos específicos voltados para os impactos ambientais, sociais e econômicos associados à carcinicultura, o objetivo da pesquisa foi identificar o conhecimento atual sobre os impactos sociais, econômicos e ambientais da carcinicultura no Brasil. Adicionalmente, buscou-se realizar uma análise minuciosa das principais contribuições presentes nos estudos, especialmente aqueles relacionados aos conflitos associados a essa atividade.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento do estudo foi realizada uma pesquisa bibliométrica utilizando o método PRISMA (Report Systematic Reviews and Meta-analyses) com o intuito de desenvolver o planejamento da pesquisa. As bases de dados utilizadas foram: Scielo, Scopus e Web Of Science para o levantamento dos artigos correspondentes ao tema proposto. Para isso, foram realizadas buscas considerando títulos, palavras-chave e resumo entre os anos (1993 a 2023).

Para a realização da busca, utilizaram-se os termos: carcinicultura e impactos. Estas palavras-chave foram procuradas em português, inglês e espanhol e suas combinações mediante o uso do operador booleano “AND”. A expressão geral utilizada para a busca foi Shrimp farming and impacts. Os artigos foram exportados a uma base de dados unificada mediante o uso do software Zotero.

Posteriormente, foi realizada uma triagem de seleção para eliminação de trabalhos duplicados, que não foram realizados no Brasil e que saíssem do escopo da pesquisa. Da busca surgiram 1.652 artigos retornados, sendo 643 artigos da base Scopus, na Web of Science foram encontrados 1.000 trabalhos, enquanto na Scielo foram identificados 9 artigos. Em seguida, foram empregados os seguintes critérios de elegibilidade: Descrever as características ambientais, bem como os impactos sociais e econômicos como elementos centrais da análise. Seguindo os critérios estabelecidos um total de 56 artigos foram analisados para

a confecção desta revisão (Figura 1).

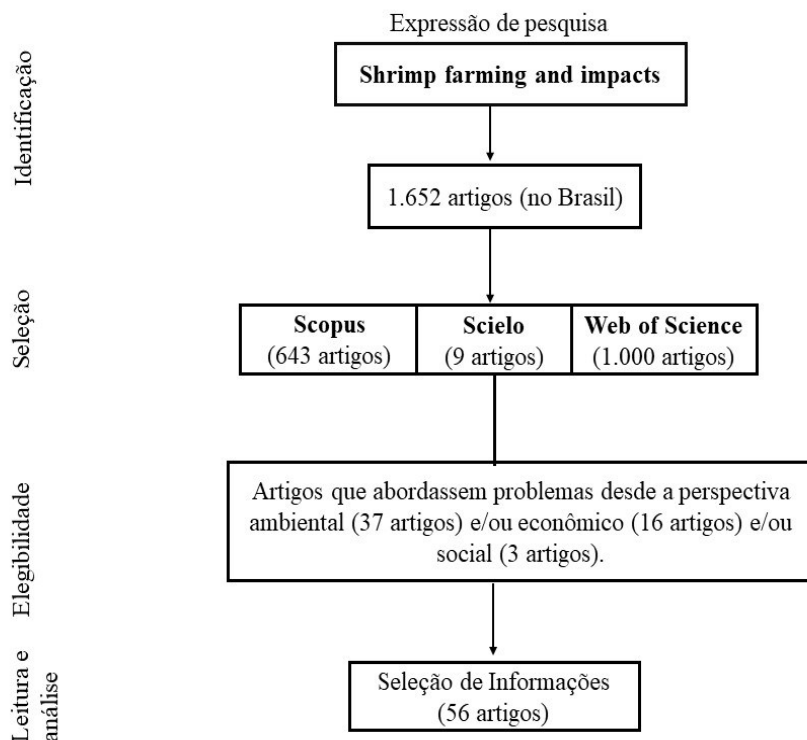


Figura 1 – Fluxo de pesquisa bibliométrica realizada na Scopus, Scielo e Web of Science no intervalo de tempo 1993-2023.

Fonte: Autores (2024).

O conteúdo de Tags do pacote de artigos foi utilizado para analisar a ocorrência dos termos de frequência e centralidade utilizando o software VOSviewer (Visualizing Scientific Landscapes) mediante a análise da rede de co-ocorrência das expressões mais relevantes e a classificação dos trabalhos segundo a dimensão abordada (social, econômica e ambiental) e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) associados. Além disso, procedeu-se à análise do Trinômio conceitual tentativo da aquicultura sustentável, seguindo a abordagem proposta por Arana (1999).

3. Resultados e discussão

Ao contextualizar o tema em um escopo específico, este estudo emerge como significativo no panorama científico, explorando uma questão debatida em periódicos internacionais e nacionais. Observou-se que 63% das publicações relacionadas ao tema foram veiculadas em revistas internacionais, enquanto 37% têm origem nacional. Ao analisar os estudos realizados no Brasil, como evidenciado na figura 2, a região nordeste se destaca, pois, as características climáticas dessa área, como temperatura elevada e curto período de chuvas, proporcionam uma grande produtividade de camarão, sendo um dos principais motivos que resultou no grande desenvolvimento da atividade na região (XIMENES e VIDAL, 2023).

A espécie mais estudada foi *Penaeus vannamei* (BOONE, 1931), seguida por *Farfantepenaeus paulensis* (PÉREZ FARFANTE, 1967) e *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862). A espécie *P. vannamei* é amplamente cultivada em diversas regiões do Brasil, especialmente em áreas costeiras e estuários propícios para o seu desenvolvimento. Todavia, apesar dos benefícios econômicos que a carcinicultura traz ao país, enfrenta desafios significativos, com a doença da mancha branca sendo uma das principais preocupações dos produtores (CAVALLI et al., 2008).

A doença da mancha branca, do inglês, White Spot Syndrome Virus (WSSV) é uma enfermidade viral que afeta os camarões, causando manchas brancas no exoesqueleto e levando à redução da produção e até mesmo à mortalidade em casos mais graves. Para combater a doença e garantir a sustentabilidade da carcinicultura brasileira, são necessárias medidas de manejo sanitário adequado e a adoção de práticas preventivas. A pesquisa contínua é fundamental para criar técnicas mais resilientes e resistentes à doença. Além disso, a conscientização sobre boas práticas de cultivo e biossegurança evita disseminação e assegura produção sustentável e de qualidade (DE ARAÚJO NEVES et al., 2021).

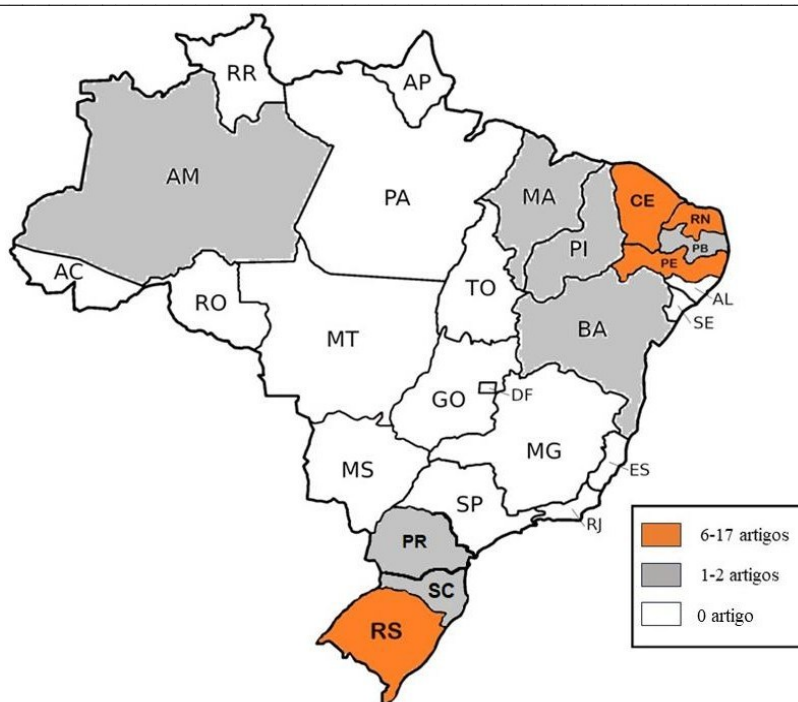


Figura 2 – Quantidade de artigos encontrados por estado brasileiro acerca dos impactos sociais, econômicos e ambientais da carcinicultura.

Fonte: Autores (2024).

Durante a análise da produção dos artigos ao longo dos anos, constatou-se uma significativa contribuição no ano de 2021 (Figura 3). Essa maior contribuição na produção de artigos pode refletir o crescente reconhecimento da importância do tema, possivelmente em decorrência das pressões ambientais e políticas públicas voltadas para a área. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), as próximas décadas apresentarão grandes desafios para a produção de alimentos, como: erradicação da fome e insegurança alimentar; fornecimento de alimentos e outros produtos agrícolas suficientes para atender o crescimento e as mudanças nas demandas globais; aumento da produção de forma sustentável; adaptação às mudanças climáticas e contribuição para sua mitigação (FAO, 2018b).

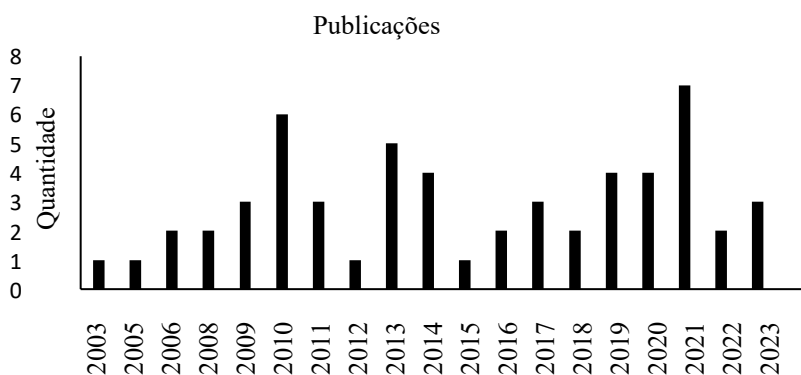


Figura 3 – Distribuição dos trabalhos por ano de publicação.

Fonte: Autores (2024).

Ao considerar as dimensões abordadas (Figura 4), verificou-se que as análises das relações ambientais foram as mais abordadas, com um total de 37 artigos, seguidas pelas análises das relações econômicas, com 16 artigos, e das questões sociais, com apenas 3 artigos, evidenciando uma preocupação preponderante com as possíveis interferências no meio ambiente, nas regiões onde a carcinicultura está estabelecida. As principais razões para os impactos da carcinicultura são a falta de monitoramento ambiental adequado, a falta de conhecimento científico, as práticas de manejo e o planejamento inadequado

(ISLAM e BHUIYAN, 2016), a ilegalidade na criação de camarão (HATJE et al., 2016) e a falta de fiscalização no setor (RIBEIRO et al., 2014). Mesmo em empreendimentos legais muitas vezes os impactos voltados para o cunho social são negligenciados nas avaliações, onde os empreendedores, na maioria das vezes, não possuem nenhuma ligação com as comunidades locais e nem incentivo dos órgãos relacionados para realizarem o cultivo de forma sustentável (RIBEIRO et al., 2014). Isso é válido tanto para produtores de pequena escala quanto para aqueles de grande porte.

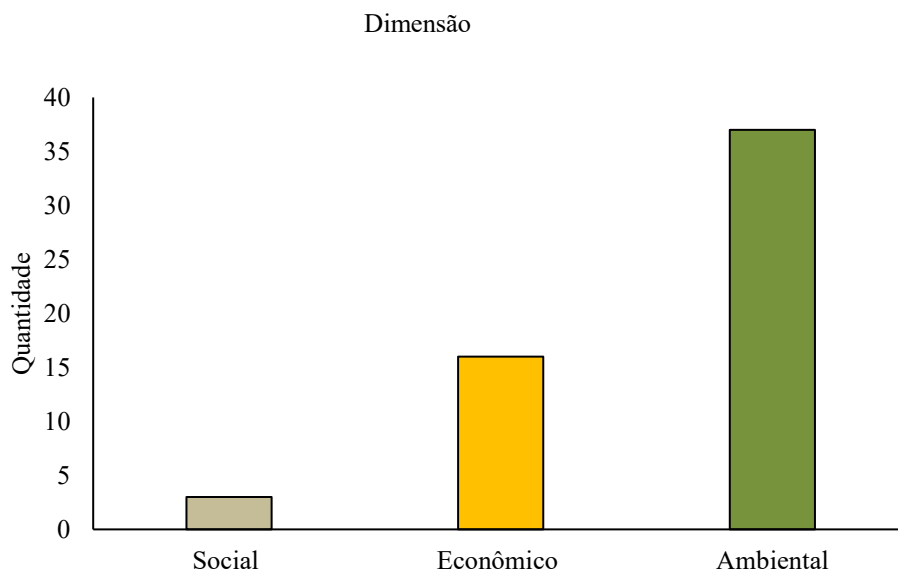


Figura 4 – Dimensões sociais, econômicas e ambientais identificadas durante o estudo.

Fonte: Autores (2024).

3.1 Impactos sociais

O sucesso da aquicultura é influenciado não apenas por considerações econômicas e ambientais, mas também por fatores políticos e de governança que requerem a participação ativa de todas as partes interessadas, como indicado por Krause et al. (2015). Há um consenso entre os pesquisadores sobre a necessidade de legislações mais eficazes e a implementação de planos de ação pelas autoridades reguladoras dos países envolvidos na aquicultura para garantir sua conservação frente aos desafios do aquecimento global, além de haver a necessidade em se promover a sustentabilidade, a segurança alimentar e a preservação dos ecossistemas, bem como proteger as comunidades tradicionais (YANIK; ASLAN, 2018).

De acordo com estudo dos autores Silva e Pierri (2022), a expansão da carcinicultura não foi impulsionada apenas pela iniciativa privada, mas também recebeu apoio de investimentos públicos, especialmente no Nordeste do Brasil, e teve seu licenciamento simplificado pelos órgãos ambientais (CMADS, 2005; RAMALHO, 2015). Esta expansão resultou em impactos socioambientais negativos e conflitos subsequentes. No período de ascensão, os empreendimentos carcinícolas geraram impactos ambientais e sociais negativos e motivaram diversos conflitos, principalmente derivados da expropriação de territórios de populações tradicionais, sobretudo de comunidades pesqueiras, que, com isso, resultaram em desvinculação de seus meios de produção, de seus espaços e dos seus modos de vida (CMADS, 2005; QUEIROZ et al., 2013; RAMALHO, 2015). Após a aprovação do novo Código Florestal, se passou a autorizar e a regularizar os empreendimentos de carcinicultura em áreas de apicuns, licenciando as fazendas que estavam irregulares mediante assinatura de um termo de compromisso com os órgãos estaduais de meio ambiente, e concedendo a anistia de multas para os empreendedores que possuíam cultivos irregulares em áreas de conservação ambiental (BRASIL, 2012). Aumentando a pressão nesses ambientes.

Jablonski e Filet (2008) observaram uma intensificação dos conflitos na região costeira do Brasil envolvendo pescadores de pequena escala e indústrias, carcinicultura e coleta de caranguejos em manguezais, instalação de resorts e comunidades nativas, bem como disputas sobre licenças ambientais entre agências governamentais federais e estaduais, entre outras. Os autores sugeriram que o gerenciamento participativo e ações envolvendo partes interessadas relevantes são elementos-chave para resolver esses conflitos. Apesar dos desafios e conflitos existentes, uma pesquisa conduzida por Sampaio et al. (2008) destacou a relevância socioeconômica da carcinicultura em 10 municípios dos principais estados produtores de camarão marinho no Nordeste do Brasil, a atividade é fundamental para gerar empregos formais em municípios menores, onde é a principal fonte de emprego. A geração de empregos vem acompanhada não só do fator trabalho, mas, também, da renda que, no cultivo do camarão,

é gerada em caráter quase que permanente para a mão-de-obra empregada. O cultivo de camarões se concentra em alguns municípios, gerando impacto significativo sobre o emprego e a renda municipal, onde a elevação da renda, por sua vez, deve repercutir no aumento da arrecadação municipal, de forma direta e indireta, proporcionando condições para maior investimento social (SAMPAIO *et al.*, 2008).

3.2 Impactos econômicos

O desafio enfrentado pela carcinicultura, com implicações econômicas significativas, foi analisado por Andrade *et al.* (2022), que destacou a influência do vírus da mionecrose infecciosa (IMNV) no crescimento sustentável da aquicultura de camarões no Brasil e em outras regiões produtoras ao redor do mundo. Nos últimos anos (2016 a 2021), observou-se a ocorrência de mortalidades incomuns que progridem mais rapidamente e resultam em uma maior mortalidade cumulativa, de até 80%, registrados em diversos estados brasileiros (Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe e Bahia), caracterizadas por padrões não usuais de infecção pelo IMNV. Testes realizados em animais moribundos confirmaram a presença do vírus, com exames histológicos revelando lesões típicas associadas ao IMNV. Durante o estudo, foi empregado o sequenciamento de próxima geração para determinar o genoma completo de uma nova cepa do IMNV (Br-1), isolada no estado do Ceará durante o ciclo de cultivo de 2018, quando ocorreram altas taxas de mortalidade. Segundo o estudo essas descobertas indicam a possibilidade de movimentação de animais entre diferentes regiões de produção de camarões e ressaltam a importância da implementação de medidas de teste mais rigorosas para mitigar o risco de disseminação de patógenos letais que possam comprometer a sustentabilidade da aquicultura de camarões em escala global. Sendo assim, a carcinicultura, como em qualquer cultivo animal, enfrenta problemas com doenças, tanto de origem bacteriana como viral, sendo as de origem viral as que causam maiores danos econômicos (FLEGEL, 2001).

Além dos desafios relacionados a vírus, a presença de espécies exóticas nos viveiros também representa uma preocupação, conforme destacado por Thé *et al.* (2021), espécies invasoras, como águas-vivas do gênero *Cassiopea*, apresentam uma das maiores ameaças para as áreas costeiras. Segundo os autores a presença desses organismos em sistemas de aquicultura, como fazendas de camarões, pode resultar em danos econômicos significativos. Os resultados revelaram a ocorrência de águas-vivas em fazendas de camarões (*Penaeus vannamei*), com características morfológicas e genéticas semelhantes às encontradas em ambientes naturais, originárias do Mar Vermelho (*Cassiopea andromeda*). Sendo assim, a alta abundância e a capacidade de dispersão dessas espécies podem ter impactos econômicos significativos, especialmente em regiões com fazendas de camarões localizadas em manguezais tropicais.

Outro aspecto relevante é o estudo realizado por Cozer *et al.* (2020), que analisou os processos operacionais de um sistema de viveiro de aquicultura de camarões no Brasil, com foco na caracterização dos fluxos de energia. A produção de camarões em tanques mostrou-se intensiva em termos de demanda de energia, destacando a importância da eficiência energética para garantir uma produção sustentável a longo prazo da carcinicultura brasileira. Diversos estudos corroboram a relevância econômica da carcinicultura para os municípios onde as fazendas estão localizadas e para o Brasil como um todo, evidenciado por autores como Ximenes e Vidal, 2023; Silva e Sampaio, 2009 e Tahim e Araújo, 2014. Assim, é essencial continuar aprimorando as práticas de manejo para equilibrar a sustentabilidade ambiental com os benefícios socioeconômicos da atividade.

3.3 Impactos ambientais

O estudo conduzido por Cargnin e João (2024) ressalta que a carcinicultura, devido à sua alta demanda de água, pode causar impactos ambientais significativos quando os efluentes são liberados sem tratamento adequado em corpos d'água. Portanto, a implementação de tratamento de efluentes é crucial para garantir não apenas a viabilidade econômica, mas também a sustentabilidade ambiental dessa atividade. Por outro lado, Santos *et al.* (2021) investigaram o impacto das águas residuais da aquicultura nas comunidades aquáticas, observando que a disponibilidade de nutrientes influenciou a densidade do plâncton em viveiros de camarão. Entretanto, descobriu-se que, em um estuário neotropical em curto prazo, as águas residuais da carcinicultura não afetaram a comunidade zooplânctônica. Embora tenham sido realizadas diversas investigações sobre a qualidade da água em decorrência da carcinicultura, como destacado por Kimpara *et al.* (2013), Figueiredo *et al.* (2005) e Angelo *et al.* (2010), o estudo conduzido por Poersch *et al.* (2020) investigou as concentrações de carbono orgânico total, nitrogênio total, cobre e zinco em sedimentos, não encontrando efeitos adversos ao meio ambiente no viveiro de camarão com cultivo semi-intensivo avaliados no sul do Brasil.

Por sua vez, Roversi *et al.* (2020) abordaram os efeitos das fazendas de aquicultura em tanques nos processos hidrossedimentares em sistemas costeiros. O estudo concluiu que as operações de troca de água e captação de sedimentos podem modificar o equilíbrio morfológico de sistemas lagunares costeiros, afetando a profundidade e a configuração dos canais de maré. Os autores demonstraram que essas descobertas e a abordagem de modelagem têm implicações significativas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura em tanques e podem ser estendidas a outros sistemas sob a influência da atividade

de criação de camarões.

Lima et al. (2012) apresentaram uma análise dos métodos científicos empregados para avaliar a sustentabilidade dos sistemas de produção na aquicultura. Ao comparar fazendas de camarões marinhos orgânicos e convencionais na Lagoa de Guaraíra-RN, observou-se que ambos os sistemas demonstraram consideráveis fluxos de energia concentrada não renovável. Os autores concluíram que melhorias adicionais no sistema orgânico são necessárias para otimizar a eficiência e assegurar a sustentabilidade econômica dessas operações.

Soares et al. (2021) identificaram cinco principais mudanças em curso em áreas tropicais semiáridas no Brasil, incluindo o aumento da eutrofização e hipóxia, a perda de cobertura vegetal e biodiversidade devido à urbanização, agricultura, carcinicultura e mudanças no uso da terra, como a construção de barragens para o abastecimento de água. Com base nessas preocupações, os autores propuseram questões-chave para orientar pesquisas durante a Década da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030), visando apoiar estratégias de gestão embasadas em ciência em regiões semiáridas semelhantes em todo o mundo.

Em uma pesquisa bibliográfica conduzida por De Oliveira Júnior et al. (2021), foram abordados os impactos ambientais da carcinicultura em ambientes costeiros. Os resultados indicaram que os impactos mais comuns dessa atividade incluem a destruição de áreas de manguezal, a poluição de corpos d'água, a extinção de espécies de fauna pesqueira e costeira, bem como a intensificação da erosão costeira. Os autores sugeriram que a implementação de estratégias de gestão ambiental e empresarial é essencial para mitigar esses impactos.

Por outro lado, Ottoni et al. (2021) destacaram que as alterações no Plano de Ação Nacional e em outros instrumentos legais, que historicamente protegiam os ambientes costeiros, especialmente os manguezais, enfraqueceram as medidas de conservação. Isso coloca o Brasil em desacordo com a demanda global pela preservação dos manguezais e com os objetivos de desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU). Medeiros et al. (2023) identificaram a eficácia das Áreas Protegidas Federais na costa da Paraíba na preservação das florestas de mangue, destacando os impactos negativos da expansão urbana, monocultura de cana-de-açúcar e carcinicultura nessas áreas. Essas pesquisas ressaltam a importância de medidas de conservação para proteger os ecossistemas costeiros vulneráveis.

Mesmo diante desses estudos na redação da Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012) a ocupação de apicuns e salgados por atividades de carcinicultura e salinas é autorizada, desde que observado os seguintes requisitos:

Art. 11- A [...] I - área total ocupada em cada Estado não superior a 10% (dez por cento) dessa modalidade de fitofisionomia no bioma amazônico e a 35% (trinta e cinco por cento) no restante do País, excluídas as ocupações consolidadas que atendam ao disposto no § 6º deste artigo; II - salvaguarda da absoluta integridade dos manguezais arbustivos e dos processos ecológicos essenciais a eles associados, bem como da sua produtividade biológica e condição de berçário de recursos pesqueiros; III - licenciamento da atividade e das instalações pelo órgão ambiental estadual, cientificado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e, no caso de uso de terrenos de marinha ou outros bens da União, realizada regularização prévia da titulação perante a União; IV - recolhimento, tratamento e disposição adequados dos efluentes e resíduos; V - garantia da manutenção da qualidade da água e do solo, respeitadas as Áreas de Preservação Permanente; e VI - respeito às atividades tradicionais de sobrevivência das comunidades locais (BRASIL, 2012).

Ward et al. (2023) destacaram que, apesar das proteções legais estaduais no estado do Ceará e federais do Brasil, os manguezais têm enfrentado significativas perdas devido à expansão urbana e à instalação de fazendas de camarão, uma tendência que persiste até os dias atuais. Segundo os autores, recentemente, as mudanças na legislação têm agravado a pressão sobre a capacidade de adaptação e resiliência desses ecossistemas, aumentando a ameaça a esses importantes sistemas costeiros e aos serviços ecossistêmicos que eles oferecem. No Brasil, onde a Zona Costeira é patrimônio nacional, conforme estabelecido pela Constituição Federal (BRASIL, 1988), a vegetação costeira tem proteção legal limitada sob o Código Florestal do Brasil (BRASIL, 2012). O país possui a maior extensão de florestas de manguezais protegidas no mundo, localizados dentro dos limites de áreas protegidas de uso sustentável, como reservas extrativistas (Resex) e áreas de proteção ambiental (APA) (BORGES et al., 2017). No entanto, os manguezais estão entre os ecossistemas mais impactados ao longo da costa brasileira, apesar de sua importância ecológica, socioeconômica e cultural (FERREIRA e LACERDA, 2016; LACERDA et al., 2019).

Por outro lado, De Lacerda et al. (2021) explicam que os impactos primários nos manguezais geralmente são indiretos, resultantes da contaminação por poluentes provenientes dos efluentes dos viveiros de camarão, o que causa a perda de serviços ecossistêmicos essenciais. Isso inclui reduções na produtividade primária, capacidade de armazenamento de carbono, resistência a outros estressores ambientais, eficiência como filtros estuarinos, biodiversidade e abundância de espécies marinhas de subsistência. Os danos ao solo e à infraestrutura remanescente após a implementação dos viveiros de camarão dificultam a recuperação dos manguezais, prolongando os impactos e permitindo a ocupação de áreas degradadas por atividades que podem prejudicar permanentemente a função do ecossistema. A pressão de ocupação ocasiona desmatamentos, aterros e emissão de

esgotos em escalas que prejudicam e ameaçam o seu funcionamento. Além de processos de erosão e/ou assoreamentos que podem levar as florestas à morte. A primeira desestabiliza e tomba as árvores de mangue, enquanto que o assoreamento provoca afogamento e asfixia as raízes, comprometendo o indivíduo (OLIVEIRA, 2005).

Por sua vez, Benevides et al. (2021) discutem como informações sobre o comportamento fenológico podem ser valiosas na elaboração de projetos de conservação de recursos naturais. O estudo investigou o comportamento fenológico dos componentes reprodutivos de três espécies de mangue em áreas sujeitas a diferentes tipos de impactos ambientais (resíduos sólidos, desmatamento e efluentes da carcinicultura), bem como em uma área de baixo impacto, ao longo de um ano. Observou-se que as florações de *Avicennia* spp. e *Rhizophora mangle* L. ocorrem durante todo o ano em condições naturais, enquanto em áreas impactadas esses padrões foram irregulares. A pluviosidade e a salinidade foram fatores determinantes para as espécies que estão sujeitas a impactos antrópicos. A análise comparativa dos diferentes métodos de avaliação fenológica revelou que cada um fornece dados distintos e complementares sobre o comportamento reprodutivo vegetal e sobre como os impactos ambientais podem interferir negativamente na flora desses ecossistemas.

4. Análise de co-ocorrência, carcinicultura e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Para entender de forma integrada os componentes, social, econômico e ambiental da carcinicultura uma análise de rede de co-ocorrência de termos foi realizada para análise dos artigos. Constatou-se que os assuntos mais abordados foram em relação ao processo de eutrofização, bioflocos, concentração de nitrato, alterações no manguezal, entre outros (Figura 5). Porém, foi possível identificar que outros segmentos da cadeia produtiva podem ser abordados, como impactos na etapa de larvicultura, geração de resíduos do beneficiamento do produto, entre outros. A questão ambiental do cultivo do camarão é bastante complexa visto que cada elo de sua cadeia produtiva (larvicultura, engorda, beneficiamento e processadores de resíduo de camarão) poderá ocasionar diferentes impactos ambientais (FIGUEIREDO et al., 2003). No entanto, ações e práticas sustentáveis em projetos de carcinicultura, como práticas de manejo, monitoramento e gerenciamento, além das políticas públicas de fomento e gestão ambiental, são determinantes na minimização dos possíveis impactos que podem ter gerados na implantação e operação de empreendimentos de carcinicultura (MESQUITA et al., 2012).

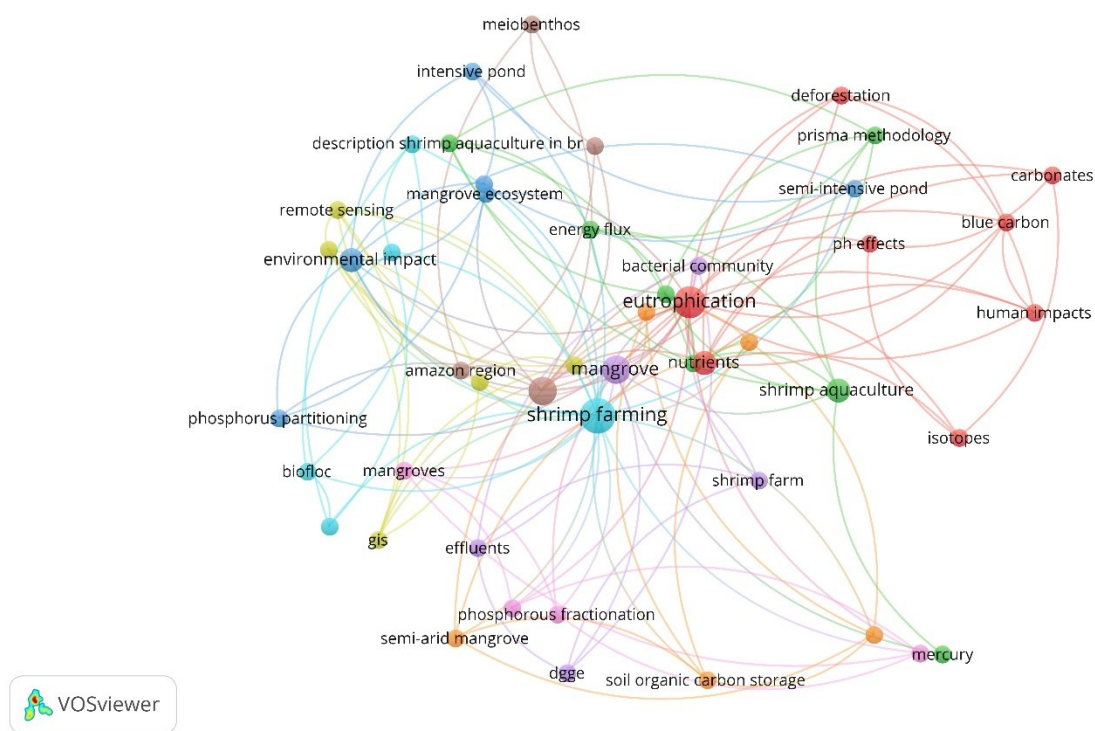


Figura 5 – Rede de Co-ocorrência.

Fonte: Autores (2024).

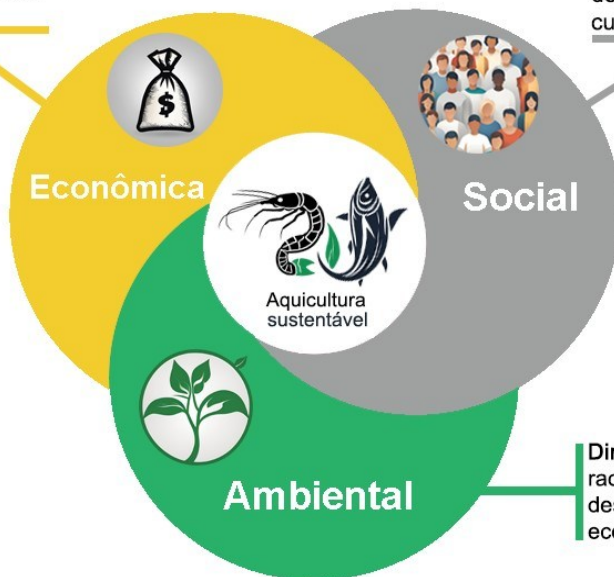
Com base na análise dos artigos, observou-se uma interação direta entre a atividade de carcinicultura e o meio ambiente, interferindo em áreas de manguezal que circunda esses locais. Um desafio identificado foi a influência significativa dos vírus que impactam tanto as questões ambientais quanto econômicas. Nesse contexto, a correlação entre a sustentabilidade da carcinicultura e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foi analisada. Os ODS da ONU, estabelecidos em 2015, são um chamado global para práticas sustentáveis. Com 17 metas, eles buscam erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, e garantir prosperidade e paz para a humanidade. Esses objetivos abordam desafios de desenvolvimento no Brasil e em todo o mundo (ONU, 2015). Os ODS, adotam uma abordagem abrangente, analisando um espectro mais amplo de desafios. Eles visam erradicar as desigualdades em todas as suas formas até 2030, considerando as dimensões econômica, social e ambiental (PNUD, 2015).

Sendo assim, essa revisão bibliométrica revelou que a carcinicultura pode contribuir para o alcance das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) quando implementada de forma sustentável. Os estudos analisados podem contribuir para o embasamento de diversos ODS, incluindo a erradicação da pobreza (ODS 1), a promoção da segurança alimentar (ODS 2), o acesso à água potável e saneamento (ODS 6), o estímulo ao crescimento econômico sustentável (ODS 8), a promoção do consumo e produção responsáveis (ODS 12), e a conservação da vida marinha (ODS 14) (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2023). Esses resultados destacam a importância de conduzir pesquisas que abordem a utilização responsável dos recursos naturais, a fim de compreender as complexas interações sociais, econômicas e ambientais associadas à carcinicultura.

Diante da necessidade de estabelecer um paradigma de desenvolvimento pautado na sustentabilidade, torna-se imprescindível que a aquicultura busque uma harmonização das interações entre sociedade, meio ambiente e desenvolvimento econômico. Com o intuito de desenvolver um modelo alinhado com os preceitos da aquicultura sustentável, o autor Arana (1999) propôs uma estrutura, conforme demonstrada na figura 6. Os três domínios (social, ambiental e econômico) devem ser contemplados na elaboração de estratégias aquícolas embasadas nos princípios do desenvolvimento sustentável. Tal análise proporciona uma perspectiva mais abrangente, viabilizando a adoção de práticas mais conscientes e sustentáveis.

Dimensão econômica: adoção de critérios de economia ecológica no processo de produção e inclusão das externalidades no preço do produto para seu repasse ao setor afetado.

Dimensão social: abundante geração de emprego com salário justo e com inserção da comunidade no processo de desenvolvimento, respeitando a cultura local.



Dimensão ambiental: uso racional dos recursos naturais, desenvolvimento de tecnologias ecologicamente coerentes.

Figura 6 – Trinômio conceitual tentativo da aquicultura sustentável.

Fonte: Arana (1999).

5. Considerações finais

Verificou-se que a atividade de carcinicultura pode resultar em diversos impactos, na qual tem uma relação direta entre as questões sociais, econômicas e ambientais, de acordo com a revisão bibliométrica os principais impactos foram sobre a vegetação

de manguezal, processo de eutrofização, presença do vírus da mionecrose infecciosa (IMNV), vírus da Síndrome da Mancha Branca (WSSV), alteração na qualidade da água (nutrientes e características físicas e químicas), na água residual (efluentes), mudanças ambientais e espécies invasoras, impactos da carcinicultura na morfodinâmica de longo prazo de lagoa costeira, desmantelamento das regulamentações ambientais e novos impactos socioambientais. Sendo assim, esses impactos podem manifestar-se caso a carcinicultura não seja conduzida de maneira estrategicamente planejada e sujeita a um manejo adequado, evidenciando os desafios para a sustentabilidade. Além disso, foi constatado que a carcinicultura pode desencadear impactos positivos, especialmente no contextosocioeconômico, ao proporcionar oportunidades de emprego para as comunidades costeiras, onde essa prática representa a principal fonte de sustento.

Sendo assim, a implementação de estratégias visando mitigar os impactos ambientais sugere que a adoção de tecnologias inovadoras visando a aderência desta atividade aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como forma

de entender e minimizar os impactos podem favorecer a atividade, a revisão bibliométrica revelou que a carcinicultura pode contribuir para o alcance das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) quando implementada de forma sustentável. Os estudos analisados abordaram questões que envolvem diversos ODS, incluindo a erradicação da pobreza (ODS 1), a promoção da segurança alimentar (ODS 2), a melhoria da saúde e bem-estar (ODS 3), o acesso à água potável e saneamento (ODS 6), o estímulo ao crescimento econômico sustentável (ODS 8), a promoção do consumo e produção responsáveis (ODS 12), e a conservação da vida marinha (ODS 14). Além disso, segundo o modelo alinhado à concepção de uma aquicultura sustentável, o autor Arana (1999), propôs a estrutura na qual engloba os três aspectos (ambiental, econômico e social) que devem ser considerados na formulação de práticas aquícolas fundamentadas nos princípios do desenvolvimento sustentável. Diante disso, é essencial garantir a continuidade dos investimentos em pesquisa, visando manter e ampliar o avanço do conhecimento científico na área em questão.

Portanto, é recomendável direcionar futuras pesquisas sobre outros segmentos da cadeia produtiva do camarão, como os impactos na etapa de larvicultura e a geração de resíduos do beneficiamento do produto, pois, cada elo dessa cadeia utiliza recursos de forma específica e contribui com diferentes impactos. Além disso, estudos sobre a avaliação do efetivo papel da legislação e fiscalização na promoção da sustentabilidade na carcinicultura devem ser abordadas mais profundamente.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa para a realização desta pesquisa.

Referências

- Andrade, T. P. D.; Cruz-Flores, R.; Mai, H. N.; Dhar, A. K. Novel infectious myonecrosis virus (IMNV) variant is associated with recent disease outbreaks in *Penaeus vannamei* shrimp in Brazil. *Aquaculture*, v. 554, 738159, 2022.
- Angelo, L.; Ventura, R.; Ostrensky, A.; Perbiche-Neves, G.; Boeger, W. A. Influência do cultivo de camarões marinhos em tanque-rede sobre a qualidade da água e a estrutura da comunidade zooplancônica na Baía de Guaratuba, Paraná. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 11, 2315-2322, 2010.
- Arana, L. V. Aquicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aquicultura brasileira. Florianópolis: *Editora da UFSC*, 310, 1999.
- Araújo, J. A.; Norões, A. K. M.; Monteiro, J. V.; Araújo, R. C. P. de; Silva, F. P. da. Eficiência Produtiva das Fazendas de Carcinicultura no Estado do Ceará. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 56, n. 1, 35-50, 2018.
- Benevides, J. de A. J.; Maia, C.; Da Silva, I. H. C. V. Phenological monitoring for environmental impact assessment in estuarine mangroves in Northeastern Brazil. *Ciência Florestal*, v. 31, 1631-1653, 2021.
- Brasil, 1988. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 23/05/2024.
- Brasil. *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm. Acesso em: 22/05/2024.
- Borges, R., Ferreira, A. C., Lacerda, L. D. Systematic planning and ecosystem-based management as strategies to reconcile

-
- mangrove conservation with resource use. *Frontiers in Marine Science*, v. 4, 353, 2017.
- Cargnin, J. M. R.; João, J. J. Biological denitrification and physico-chemical treatment for removing contaminants and toxicity in wastewater generated by shrimp farming. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1-10, 2024.
- Cavalli, L. S., Marins, L. F. F., Netto, S. A., and de Abreu, P. C. O. V. Avaliação do vírus da mancha branca em camarões nativos após ocorrência da doença em fazendas de cultivo em laguna, sul do Brasil. *Atlântica (Rio Grande)*, v. 30, n. 1, 45-52, 2008.
- CMADS. Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Câmara dos Deputados. *Grupo de trabalho destinado a realizar diagnósticos sobre os impactos da carcinicultura no meio ambiente, nas regiões Norte e Nordeste: Relatório final*. Brasília: Câmara dos Deputados, 2005.
- Cozer, N.; Dal Pont, G.; Horodesky, A.; Ostrensky, A. Infrastructure, management and energy efficiency in a hypothetical semi-intensive shrimp model farm in Brazil: a systematic review and meta-analysis. *Reviews in Aquaculture*, ed. 2, v. 12, 1072-1089, 2020.
- De Araújo Neves, S. R., Martins, P. C. C., and Rocha, L. A. Caracterização e condicionantes na produtividade da carcinicultura familiar do baixo Rio Pirangi, Ceará, antes do aparecimento da doença da mancha branca. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 6, 61945-61959, 2021.
- De Lacerda, L. D.; Ward, R. D.; Godoy, M. D. P.; Meireles, A. J. de A. Borges, R. Ferreira, A. C. 20-Years Cumulative Impact From Shrimp Farming on Mangroves of Northeast Brazil. *Frontiers in Forests and Global Change*. v. 4, 653096, 2021.
- De Oliveira Júnior, M. A. C.; Gomes, É. R.; Rocha, G. C. Environmental Impacts (Negative and Positive) of Breeding in Coastal Environments: Evaluation from Bibliometric Analysis. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 7, ed. 2, 193-201, 2021.
- Ferreira, A.C., Lacerda, L.D. Degradation and Conservation of Brazilian Mangroves, Status and Perspectives. *Ocean & coastal management*, v. 125, 38-46, 2016.
- Figueirêdo, M. C. B., Rosa, M.F. e Gondim, R. S. Sustentabilidade Ambiental da Carcinicultura no Brasil: Desafios para a Pesquisa. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 34, n. 2, 242-253, 2003.
- Figueiredo, M. C. B. de.; Araújo, L. de F. P.; Gomes, R. B.; Rosa, M. de F.; Paulino, W. D.; Morais, L. de F. S. de. Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 10, 167-174, 2005.
- Flegel, T. W. The shrimp response to viral pathogens. In: Browdy, C.L., Jory, D.E. The new wave. Proceedings of the special session on sustainable shrimp aquaculture. *World Aquaculture Society, Boca Raton*, 190-214, 2001.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture. *Meeting the sustainable development goals*, v. 367, 2018a.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The future of food and agriculture: alternative pathways to 2050*. 202, 2018b. Disponível em: <https://www.fao.org/3/I8429EN/i8429en.pdf>. Acesso em 23/05/2024.
- Freitas, U.; Niencheski, L. F. H.; Zarzur, S.; Manzolli, R. P.; Vieira, J. P. P.; Rosa, L. C. Influência de um cultivo de camarão sobre o metabolismo bêntico e a qualidade da água. *Revista brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental*, v. 12, n. 3, 293-301, 2008.
- Hatje, V.; de Souza, M. M.; Ribeiro, L. F.; Eça, G. F.; Barros, F. Detection of environmental impacts of shrimp farming through multiple lines of evidence. *Environmental Pollution*, v. 219, 672-684, 2016.
- Islam, S. M. D.; Bhuiyan, M. A. H. Impact scenarios of shrimp farming in coastal region of Bangladesh: an approach of an ecological model for sustainable management. *Aquaculture International*, v. 24, 1163-1190, 2016.

- Jablonski, S.; Filet, M. Coastal management in Brazil - A political riddle. *Ocean & Coastal Management*, v. 51 ed. 7, 536-543, 2008.
- Kimpara, J. M.; Moraes-Valenti, P.; Queiroz, J. F.; New, M. B. Effects of Intensification of the Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum*, Grow-out on Effluent Quality. *Journal of The World Aquaculture Society*, v. 44. ed. 2, 210-219, 2013.
- Krause, G.; Brugere, C.; Diedrich, A.; Ebeling, M.; Ferse, S.; Mikkelsen, E.; Agúndez, J.; Stead, S.; Stybel, N.; Troell, M. A revolution without people? Closing the people-policy gap in aquaculture development. *Aquaculture*, v. 447, 44-55, 2015.
- Lacerda, L. D., Ferreira, A. C., Borges, R. Neotropical mangroves: conservation and sustainable use in a scenario of global climate change. *Aquatic Conservation*. v. 29, n. 8, 1347-1364, 2019.
- Lima, J. S. G.; Rivera, E. C.; Focken, U. Emergy evaluation of organic and conventional marine shrimp farms in Guaraira Lagoon, Brazil. *Journal of Cleaner Production*. v. 35, 194-202, 2012.
- Medeiros, I. S.; Santos, S. S.; Rebelo, V. A.; Almeida, I. C.; Veloso, T. M. G.; Almeida, N. V.; Borges, J. C. G. Effectiveness of Federal Protected Areas in the Preservation of Mangrove Forests on the Coast of the State of Paraíba, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. v. 95, ed. 1, 2023.
- Mesquita, E. A., Frota, P. V. e Soares, V. L. Carcinicultura no litoral do Ceará: análise das modificações impressas no estuário do rio Pirangi- CE. *Revista Geonorte*, v. 3, n. 4, 540-551, 2012.
- Oliveira, V. D. *Influência do estresse hídrico e salino na germinação de propágulos de Avicennia schaueriana Stapf e Leechman ex Moldenke e Laguncularia racemosa (L.) Gaertn.* Dissertação de Mestrado. f. 82 p. Programa de Pós-graduação em Botânica. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.
- ONU. Organização das Nações Unidas do Brasil. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 05/11/2023.
- ONU. Organização das Nações Unidas. *A ONU e o meio ambiente*. Nações Unidas Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 3 jul. 2023.
- Otoni, F. P.; Hughes, R. M.; Katz, A. M.; Rangel-Pereira, F. da S.; De Braganca, P. H. N.; Fernandes, R.; Palmeira-Nunes, A. R. O.; Nunes, Jorge Luiz Silva.; Dos Santos, R. R.; Piorski, N. M.; Rodrigues, J. L. Brazilian mangroves at risk. *Biota Neotropica*, v. 21, ed. 2, 20201172, 2021.
- Páez-Osuna, F. The environmental impact of shrimp aquaculture: a global perspective. *Environmental Pollution*, v. 112, n. 2, 229-231, 2001.
- Poersch, L. H.; Bauer, W.; Kersanach, M. W.; Wasielesky, W. Assessment of trace metals, total organic carbon and total nitrogen of a shrimp farm system in Southern Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, v. 39, 101452, 2020.
- PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. *PNUD explica transição dos Objetivos do Milênio aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/71657-pnud-explica-transi%C3%A7%C3%A3o-dos-objetivos-do-mil%C3%AAnio-aos-objetivos-de-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel#:~:text=A%20partir%20data%20segunda%Feira,para%20o%20in%C3%ADcio%20da%20Agenda>. Acesso em: 23/05/2024.
- Queiroz, L.; Rossi, S.; Meireles, J.; Coelho, C. Shrimp aquaculture in the federal state of Ceará, 1970-2012: trends after mangrove forest privatization in Brazil. *Ocean & Coastal Management*, v. 73, 54-62, 2013.
- Ramalho, C. W. N. Ideologia e Aquicultura: uma das faces da revolução azul. *Contemporânea*, v. 5, n. 2, 521-544, 2015.
- Ribeiro, L. F.; De Sousa, M. M.; Barros, F.; Hatje, V. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v. 14, n. 3, 365-383, 2014.
- Ribeiro, M. R.; Ribeiro Filho, M. R.; Jacomine, K. T. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos aplicados. Origem e classificação dos solos afetados por sais. *Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade*. ed. 2, 34 - 41, 2016.
- Rocha, I. P. Desafios e oportunidades para a Carcinicultura Brasileira: 2023-2030. *Revista da Associação Brasileira dos*

Criadores de Camarão, ano XXIV, nov., n. 03, 2022. Disponível em: https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2022/11/Revista-ABCC_versao-online.pdf. Acesso em 24/05. 2024.

- Roversi, F.; Van Maanen, B.; Rosman, P. C. C.; Neves, C. F. N.; Scudelari, A. C. Numerical Modeling Evaluation of the Impacts of Shrimp Farming Operations on Long-term Coastal Lagoon Morphodynamics. *Estuaries and Coasts*, v. 43, ed. 7, 1853-1872, 2020.
- Saldanha, T. C. B.; Anjos, A. E. da S.; Toscano, I. A. S.; Soares, P. K.; Lúcio, M. M. M. Avaliação do impacto de efluente de criação de camarão marinho através de métodos de análise exploratória. *Gaia Scientia*, v. 9, n. 1, 190-194, 2015.
- Sampaio, Y., Costa, E. F., Albuquerque, E., Sampaio, B. R. Impactos socioeconômicos do cultivo de camarão marinho em municípios selecionados do Nordeste brasileiro. *Revista de Economia de Sociologia Rural*, v. 46, 1015-1042, 2008.
- Santos, Í. Gabriela S.; Santos, G. P. C.; Oliveira, C. Y. B.; Campos, C. V. F. S.; Brito, L. O.; Gálvez, A. O. Can shrimp farming wastewater negatively affect water quality and zooplankton community structure of a Neotropical estuary? A case study during a productive cycle of *Litopenaeus vannamei*. *International Aquatic Research*, v. 13, ed. 3, 209-217, 2021.
- Silva, H. J. H.; Pierri, N. The shrimp farming resumes in Brazil (2012-2020): dismantling of environmental regulations and new socio-environmental impacts. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 60, 182-205, 2022.
- Silva, J. L. M. e Sampaio, L. M. B. Eficiência, gestão e meio ambiente na carcinicultura do Rio Grande do Norte. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 47, n. 4, 883-902, 2009.
- Soares, M. O.; Campos, C. C.; Carneiro, P. B. M.; Barroso, H. S.; Marins, R.; Teixeira, C. E. P.; Menezes, M. O.B.; Pinheiro, L. S.; Viana, M. B.; Feitosa, C.; Sánchez-Botero, J.; Bezerra, L. E. A.; Rocha-Barreira, C. A.; Matthews-Cascon, H.; Matos, F. O.; Gorayeb, A.; Cavalcante, M. S.; Moro, M. F.; Rossi, S.; Belmonte, G.; Melo, V. M. M.; Rosado, A. S.; Ramires, G.; Tavares, T. C. L.; Garcia, T. M. Challenges and perspectives for the Brazilian semi-arid coast under global environmental changes. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 19, 267-278, 2021.
- Tahim, E. F.; Araújo Junior, I. F. de. A carcinicultura do nordeste brasileiro e sua inserção em cadeias globais de produção: foco nos apls do ceará. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 52, n. 3, 567-586, 2014.
- Tahim, E. F.; Damaceno, M. N.; Araújo, I. F. de. Trajetória Tecnológica e Sustentabilidade Ambiental na Cadeia de Produção da Carcinicultura no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 57, n. 1, 93-108, 2019.
- Thé, J.; Gamero-Mora, E.; Da Silva, M. V. C. da.; Morandini, A. C.; Rossi, S.; Soares, M. de O. Non-indigenous upside-down jellyfish *Cassiopea andromeda* in shrimp farms (Brazil). *Aquaculture*, v. 532, 735999, 2021.
- Valenti, W. C.; Kimpara, J. M.; Preto, B. de L.; Moraes-Valenti, P. Indicators of sustainability to assess aquaculture systems. *Ecological Indicators*, v. 88, 402-413, 2018.
- Ward, R. D.; De Lacerda, L. D.; Da Silva Cerqueira, A.; Silva, V. H. M. C.; Hernandez, O. C. Vertical accretion rates of mangroves in northeast Brazil: Implications for future responses and management. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 289, 108382, 2023.
- Ximenes, L. F.; Vidal M. F. Carcinicultura. *Caderno Setorial ETENE*. Ano 8, nº 274, março, 2023. https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1736/4/2023_CDS_274.pdf. Acessado em 08/03/2024.
- Yanik, T.; Aslan, I. Impact of global warming on aquatics animals. *Pakistan Journal of Zoology*, v. 50, n. 1, 353-363, 2018.